



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FUNDADA EN 1867

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil
Av. 12 de Abril s/n, Cuenca

**METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA
DEL VERTEDERO DE EXCESOS EN PRESAS DE TIERRA**

Tesis previa a la obtención
Del Título de Ingeniera Civil

Director:
Ing. Felipe Eduardo Cisneros Espinoza Ph.D.

Tutor:
Ing. Felipe Eduardo Cisneros Espinoza Ph.D.

Autora:
Tania Jaqueline Cabrera Guerrero

Cuenca-Ecuador
Junio, 2014

RESUMEN

Considerando la importancia y magnitud que tienen las obras de alivio de las presas del Proyecto PACALORI, se ha visto la necesidad de realizar un análisis técnico – económico para efectos de determinar la longitud optima de vertedero en lo que se refiere al costo constructivo de la estructura frente al gasto que representan las expropiaciones por áreas de inundación que se produce en las crecidas, debido al efecto laminador del embalse correspondiente.

Para el efecto se han considerado diferentes longitudes de vertederos, en base a los cuales y a través del estudio de laminación de avenidas correspondiente se ha determinado el caudal y la carga de diseño para cada caso. Una vez establecidos estos parámetros, se ha procedido a realizar el diseño hidráulico del vertedero y sus obras complementarias para posteriormente realizar el emplazamiento de las mismas. Las cantidades de obras asociadas a cada longitud de vertedero se han determinado sobre dicho diseño y emplazamiento. Adicionalmente, se ha determinado la cota del nivel máximo de aguas en el embalse, con lo cual se ha calculado el área de inundación para cada caso, a través de la información topográfica disponible.

Los costos de construcción como los costos de expropiación de tierras y su producción fueron analizados para obtener curvas de la misma especie, estas curvas, son opuestas, al sumarlas se obtiene el costo total de inversión y beneficios dando como resultado el vertedero que represente de menor costo relativo, este análisis servirá para generalizar en el proyecto PACALORI.

Palabras Claves: Análisis Técnico – Económico, Longitud Optima, Vertederos, Laminación, Indemnización.

ABSTRACT

Considering the importance and magnitude about the works with dams PACALORI Project, has seen the need for a technical - economical analysis in order to determinate the optimal length of spillway in regard to the construction cost of structure against the costs of these expropriations by flood areas, that flood occurs during increasing.

For this purpose we have considered different spillways lengths, based on which and by studying corresponding flood control, it has been determined the flow rate and design load for each case. Once it established these parameters, it proceeded to perform the hydraulic design of the spillway and it supplementary works, later on performing the locus thereof. The quantities of tasks associated whit each spillway length we determined on such design and location. Additionally, it has determined the level of the maximum water level in the reservoir, which was calculated floodplain for each case, through topographic data available.

The construction costs and the costs of land expropriation and production were analyzed to obtain curves of the same species, these curves are opposite, adding these, the total investment cost and benefit analysis resulting in the spillway represent less relative cost, this analysis will be used to generalize the PACALORI project.

Key Words: Analysis, Tecnical – Economical, Optimal Length, Spillway, Lamine, Compensation.



Contenido

Índice de Tablas	7
Índice de Figuras	8
Índice de Graficas.....	8
CAPÍTULO 1.....	13
1. INTRODUCCION.....	13
1.1. ANTECEDENTES	13
1.2. ALCANCE	14
1.3. JUSTIFICACION	14
1.4. OBJETIVOS	14
1.4.1. Objetivos Generales	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
CAPÍTULO 2.....	15
2. MARCO TEORICO.....	15
2.1. VERTEDEROS	15
2.1.1. Definición	15
2.1.2. Clasificación de Vertederos	15
2.1.3. Partes que conforman la estructura del vertedero	16
2.1.4. Tipos de Vertederos	17
2.1.5. Procedimiento de Diseño	19
2.2. LAMINACIÓN DE AVENIDAS	21
2.2.1. Introducción	21
2.2.2. Generalidades	21
2.2.3. Laminación	22
2.3. TENENCIA DE TIERRAS	26
2.3.1. Introducción	26
2.3.2. Alcance y Contenido	26
2.3.3. Promoción Y Socialización Del Avalúo De Predios Afectados	29
2.3.4. Deslinde Predial	29
2.3.5. Ficha De Inventario Catastral Predial	30
2.3.6. Avalúo Catastral Predial	30



2.3.7. Tipificación Predial	30
2.3.8. Diseño Del Software De Archivo, Avalúo Y Gestión Catastral	31
2.3.9. Informe y Expediente Catastral Individual	32
2.3.10. Exposición De Criterios Básicos A Considerar	32
2.3.11. Síntesis De La Metodología Utilizada	34
2.3.12. Avalúo Catastral	35
2.3.13. Avalúo General (Valor Unitario Base):	35
2.4. ANÁLISIS DE PRECIOS	38
2.3.1. Metodología	38
2.4.2. Precios Unitarios	38
2.4.3. Reajuste de Precios	45
2.4.4. Especificaciones Técnicas	45
2.4.5. Presupuesto y Cronograma	45
2.5. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	45
2.5.1. Métodos de planificación	46
2.5.2. Técnicas de Valoración de los Costos de Producción	47
2.5.3. Análisis del Costo	47
2.6. ANUALIDADES	48
2.2.1. Factor de Cantidad Compuesta	48
2.2.2. Factor de Valor Presente	49
2.2.3. Factor de Fondo de Amortización	49
2.2.4. Factor de la Serie de Cantidad Compuesta	49
2.2.5. Factor de Recuperación de Capital	49
2.2.6. Factor de Series de Valor Presente	49
2.2.7. Factor de Conversión de Gradiente Aritmético	49
CAPÍTULO 3	50
3. Materiales y Métodos	50
3.1. INTRODUCCIÓN	50
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO	50
3.2.1. Información Hidrológica	51
3.2.2. Curvas Cota-Área-Volumen	52
3.2.3. Presas	53



3.2.4. Áreas de Indemnización	53
3.2.5. Producción	55
3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTEDEROS DE LA PRESA MACUL 1	58
3.3.1. Diseño del Cimacio	59
3.3.2. Diseño del canal colector	61
3.3.3. Diseño de la Transición.	62
3.3.4. Diseño de las Rápidas.....	62
3.4. ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.....	62
3.4.1. Costos Constructivos	62
3.4.2. Beneficios no percibidos o Lucro cesante	66
CAPÍTULO 4.....	69
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
CAPÍTULO 5.....	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS	75
ANEXOS.....	76
Anexo 1. Esquema del Proyecto.....	77
Anexo 2. Hidrogramas de Salida	78
Anexo 3. Costo desglosado de los productos.....	81
Anexo 4. Gráfico de Vertederos.....	83
Anexo 5. Ejemplo de Emplazamiento de Vertederos	89
Anexo 6. Tablas de presupuesto para cada longitud de Vertedero	90
Anexo 7. Determinación del Costo de presa	92
Anexo 8. Porcentaje de incidencia de los rubros en el costo total del vertedero	93



Índice de Tablas

Tabla 1. Factores, valores asociados y simbología.....	48
Tabla 2. Cota-Área- Volumen.....	52
Tabla 3. Características de la Presa Macul 1	53
Tabla 4. Distribución de predios afectados por el embalse.....	54
Tabla 5. Costo de Tierras por la clase	54
Tabla 6. Costo de las edificaciones por material	54
Tabla 7. Productos de la zona afectada y porcentaje de producción	55
Tabla 8. Producción y rendimiento de los productos en la zona del proyecto.....	56
Tabla 9. Costo del producto por kilogramo	57
Tabla 10. Beneficios percibidos por cada producto.....	57
Tabla 11. Características de los vertederos para el análisis técnico- económico	58
Tabla 12. Determinación del Costo del vertedero de 32m	63
Tabla 13. Costos de vertedero para cada longitud establecida.....	64
Tabla 14. Costo del paramento.....	64
Tabla 15. Rubros de Presas.....	65
Tabla 16. Costo de las presas para diferentes alturas.....	65
Tabla 17. Costo adicional por presas.....	65
Tabla 18. Costo total de vertedero anualizado.....	66
Tabla 19. Costos de Áreas Afectadas	67
Tabla 20. Costo de Producción en función de las áreas de inundación.....	67
Tabla 21. Costo total de beneficios no percibidos	68
Tabla 22. Optimización de Vertedero	69
Tabla 23. Costo del vertedero sin estructura adicional	70
Tabla 24. Promedio de porcentaje de influencia de los rubros en el costo total.....	70



Índice de Figuras

Figura 1. Partes que conforman la estructura del vertedero	16
Figura 2. Vertedero Tipo Laberinto, Embalse Puentes Murcia	17
Figura 3. Vertedero Tipo Abanico, Presa Alpine California	18
Figura 4. Vertedero Tipo Pico de Pato.....	19
Figura 5. Esquema de la integral para método de diferencias finitas	23
Figura 6. Esquema del Perfil Creager.....	59
Figura 7. Esquema para determinar el coeficiente “K”	60
Figura 8. Esquema para determinar el coeficiente “n”	60
Figura 9. Esquema para determinar los coeficientes “ X_c ”, “ Y_c ”, “ R_1 ” y “ R_2 ”	61

Índice de Graficas

Gráfica 1. Hidrograma de Entra e Hidrogramas de Salida	51
Gráfica 2. Cota-Área-Volumen.....	52
Gráfica 3. Costos desglosados del maíz duro seco semimecanizado	56
Gráfica 4. Tendencia de costos constructivos	66
Gráfica 5. Tendencia de los Costos de Beneficios no percibidos	68
Gráfica 6. Optimización de Vertedero	69
Gráfica 7. Tendencia del Costo de tierras.....	71
Gráfica 8. Curvas de costo de indemnización con diferentes precios de terreno	72



UNIVERSIDAD DE CUECA

Fundada en 1867

Yo, Tania Jaqueline Cabrera Guerrero, autor/a de la tesis “METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL VERTEDERO DE EXCESOS EN PRESAS DE TIERRA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de (título que obtiene). El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, Junio de 2014

Tania Jaqueline Cabrera Guerrero

C.I:0105351191



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Tania Jaqueline Cabrera Guerrero autor/a de la tesis “METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESCARGA DEL VERTEDERO DE EXCESOS EN PRESAS DE TIERRA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, Junio de 2014

Tania Jaqueline Cabrera Guerrero

C.I: 0105351191



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme las fuerzas para culminar la carrera y de manera especial a mi madre Leonor y mi hermana Janneth que han sido pilar fundamental en mi vida y que me brindaron su apoyo y confianza.

Tania Cabrera G.



AGRADECIMIENTOS

Al Programa del Manejo del Agua y los Suelos (PROMAS), por la oportunidad de participar del Proyecto PACALORI, de manera especial a mi tutor y director al Ing. Felipe Cisneros, por sus consejos, asesoramiento y motivación para poder culminar el presente estudio de manera exitosa y al Ing. Juan Cabrera por su colaboración en la realización de este proyecto.

Tania Cabrera G.



CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

En la provincia de Los Ríos existen grandes extensiones de sembríos, que son la principal fuente de ingresos para las personas del lugar. Los agricultores de la zona se ven limitados a cultivar en la época de invierno, esto es en los meses de Enero a Mayo, en los demás meses se quedan sin actividad, es por ello que el gobierno ha visto la necesidad de implementar un sistema de riego para las épocas de sequía y mantener todo el año productivo al terreno, a través de la construcción de obras hidráulicas que producen embalses de agua excedente del invierno y utilizar en verano en donde se necesite riego. Al embalsar el agua también se controla las crecidas que suele darse en los ríos en las épocas de lluvia.

El proyecto que se implementará en la provincia de Los Ríos es el Plan de Aprovechamiento y Control de Agua de la Provincia de los Ríos. El proyecto consiste en la construcción de 13 presas que constituyen embalses divididos en 2 transvases: Trasvase Quevedo-Macul, el cual tiene 7 presas: Macullillo, Macul2, Macul 1, Mocache, Garzas, Mangas Saibas, La Angostura, y el Trasvase Calabí-Lechugal, que consta de 6 presas: Chojampe2, Chojampe, Estero Lechugal, Lechugal2, Aguacatal, Pueblo Viejo; los mismos que en la estación de invierno ayudaran a laminar las crecidas y almacenar agua para la época seca. En la época seca servirá para satisfacer la necesidad de agua de riego a las parcelas para poder optimizar el uso de las tierras y poder sembrar en la época de verano que lo que hasta ahora no ha sido posible, debido a la falta de la misma.

En el proyecto se contemplan obras como: obras de toma, estructuras de derivación, transporte de agua por túnel, presas de almacenamiento-embalses, vías de acceso, estaciones de bombeo. Todo para el correcto funcionamiento de las presas, a favor del crecimiento productivo de la provincia y del país.

1.2. ALCANCE

Tomando en cuenta la gran inversión que representa el Proyecto Pacalori para el país es necesario optimizar los gastos para que sean los necesarios, sin dejar de lado la funcionalidad, tal como el vertedero que es el de laminar las crecidas para que no afecten aguas abajo del embalse. En vista de esto se ha tenido la necesidad de realizar un análisis Técnico-Económico para minimizar el costo anual de construcción del vertedero y de área de inundación. Para ello se ha requerido realizar un estudio de los costos tanto de inversión como los factores que intervienen en el lucro cesante, por un lado están los costos que intervienen en la construcción del vertedero y de las posibles estructuras adicionales tales como, la construcción de una presa más alta, paramento, por otro lado están el costo de la tierra y la producción perdida por las áreas de inundación producidas por las crecidas.

1.3. JUSTIFICACION

Los embalses que ocupan un área superficial (~17 hectáreas) y aumentan con la laminación de crecidas es sensible y deben ser optimizadas La tierra en la zona del proyecto actualmente se utiliza para producción agrícola, por ello debe de optimizarse el área provocada por la inundación para que sea la requerida, y de esta manera a más de minimizar los costos por indemnización serán menos los afectados.

Los vertederos deben cumplir con su función, esto es tal que permitan la laminación de las crecidas aguas abajo En este contexto el análisis Técnico-Económico en el que se conjugue estos elementos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivos Generales

- Desarrollar de una metodología para la determinación de la capacidad del vertedero de excesos en presas de tierra con base a un análisis técnico- económico y de optimización para aplicar el concepto en el Proyecto PACALORI con aplicación a la presa Macul 1.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el tipo más adecuado de vertedero para el proyecto.
- Análisis técnico-económico para determinar el área de expropiación considerando la longitud optima del vertedero.
- Establecer una metodología para la obtención de la longitud óptima para los vertederos del Proyecto PACALORI.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEORICO

2.1. VERTEDEROS

2.1.1. Definición

Se define como vertedero a la estructura que sirven para evacuar los excesos de un depósito o embalse, y que está por encima del nivel de operación, sirve para regular el nivel de agua.

2.1.2. Clasificación de Vertederos

Los vertederos pueden tener un sin número de variantes tanto en su forma, ancho, forma de cresta o altura, para que se acoplen según se requiera en obra.

2.1.2.1. Clasificación por la Forma:

Vertedero Rectangular.- Son los más comunes, y se usan para todo tipo de proyecto.

Vertedero Triangular- Usualmente usados para medición de caudales pequeños.

Vertedero Circular.- Es de uso poco común a pesar de su fácil construcción y no requerir nivelación en la cresta.

Vertedero Trapezoidal.- Compensa el depreciación del caudal por las contracciones laterales a través de las partes triangulares del vertedero, con la ventaja de evitar la corrección en los cálculos. Es de difícil construcción.

2.1.2.2. Clasificación por el Tipo de Pared:

Vertedero de Cresta Ancha.- Se usan principalmente para el control de ríos o canales pueden también ser utilizados en laboratorios.

Vertedero de Cresta Delgada.- Sirve para hacer aforos, utilizado principalmente en laboratorios.

Vertedero con Perfil Hidráulico.- Evita desgaste de la estructura y ayuda tener un mejor comportamiento del flujo, permitiendo la máxima descarga.

2.1.2.3. Clasificación por las contracciones:

Vertederos con contracciones.- Este tipo de vertedero se tiene cuando el ancho del canal es mayor que el del vertedero, entonces se producen contracciones del agua en las paredes del vertedero, cuando se tiene este tipo de vertedero se requiere realizar correcciones.

Vertederos sin contracciones.-Se tiene cuando el canal tiene el mismo ancho que el del vertedero no se producen contracciones, puesto que el agua sigue el mismo curso.

2.1.2.4. Clasificación por el nivel de Agua:

Vertedero Sumergido.- Es cuando la cota de la cresta es menor que el nivel aguas debajo de la estructura.

Vertedero Libre.- Se tiene este tipo de estructura cuando el nivel aguas debajo de la estructura es menor que la cresta del vertedero.

2.1.3. Partes que conforman la estructura del vertedero

Los vertederos no son estructuras muy complejas están compuestas principalmente por:

- Plataforma.- Es donde se apoya la cresta con una altura determina "P".
- Cresta.- Es la parte superior del vertedero.
- Bordes laterales.- Son las alas por donde baja el agua con una pendiente determinada.
- Corredor.- Es por donde corre el agua hacia el cuenco.
- Cuenco.- Aquí el agua alcanza disminuye su velocidad y alza el nivel del río.
- Obras de amortiguación y crecida.- Estas no son obligatorias dependiendo del flujo que se tenga un ejemplo de estas son los dados amortiguadores. Ver la Figura 1.

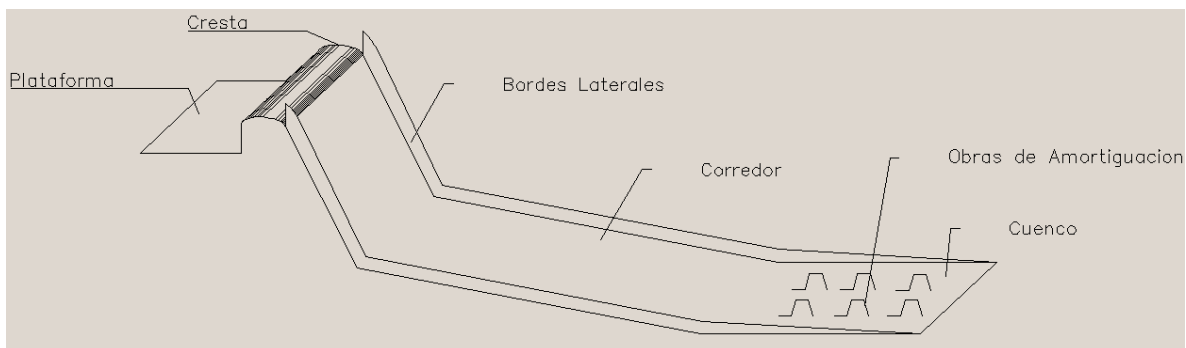


Figura 1. Partes que conforman la estructura del vertedero

2.1.4. Tipos de Vertederos

2.1.4.1. Vertedero Tipo Laberinto

Este tipo de vertedero se utiliza generalmente se emplean donde se requiere determinada longitud y esta no se dispone en el terreno y es necesario generar longitud mediante estructuras en zigzag, estas estructuras o módulos pueden constituirse por medio de triángulos, rectángulos o trapecios, como se indica en la Figura 2.



Figura 2. Vertedero Tipo Laberinto, Embalse Puentes Murcia

Fuente: Balairón Pérez Luis. Avances en investigación en materia de seguridad hidráulica de presas

2.1.4.2. Vertedero Tipo Abanico

Este tipo de vertedero generalmente se emplea cuando se pretende tener menor excavación manteniendo la longitud de vertedero, esta estructura es un cimacio tipo Creager curvado con relación a la dirección del escurrimiento, que resbala al corredor donde se produce el resalto, como se observa en la Figura 3.

En la generalidad de los casos, para evacuar el agua hacia el cuenco disipador se consideran dos rápidas, el diseño de la primera consiste en determinar la pendiente de la misma de manera que el calado de agua en ella sea igual al calado contraído en el talón del vertedero, a fin de evitar la formación de un resalto

hidráulico que pueda sumergir la estructura. La pendiente de la segunda rápida depende la topografía del sitio de emplazamiento, el diseño consiste en determinar los calados de agua que se generan en ella y las propiedades del flujo a la entrada del cuenco disipador (calado y número de Froude).

La estructura terminal consiste en un cuenco disipador de resalto hidráulico, el dimensionamiento de esta estructura se realiza de acuerdo a las recomendaciones del "Bureau of Reclamation".

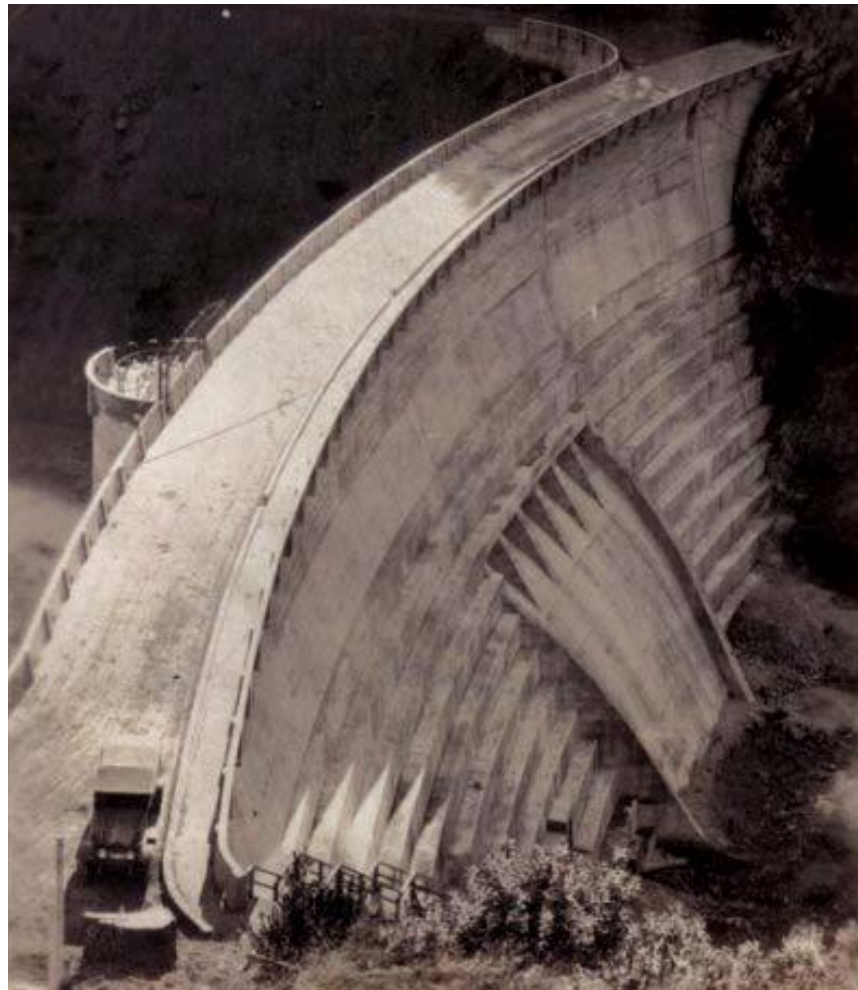


Figura 3. Vertedero Tipo Abanico, Presa Alpine California

Fuente: Balairón Pérez Luis. Avances en investigación en materia de seguridad hidráulica de presas

2.1.4.3. Vertedero Pico Pato

Son frecuentemente utilizados en canales de riego, ya que garantizan un nivel aguas arriba con poca variación, debido a que desarrollan una gran longitud y tienen su eje geométrico de manera que facilita la salida del agua de manera uniforme. Esta longitud es desarrollada a lo largo de una superficie maciza de hormigón armado en forma de pico de pato es por ello de su nombre peculiar, como se observa en la Figura 4.

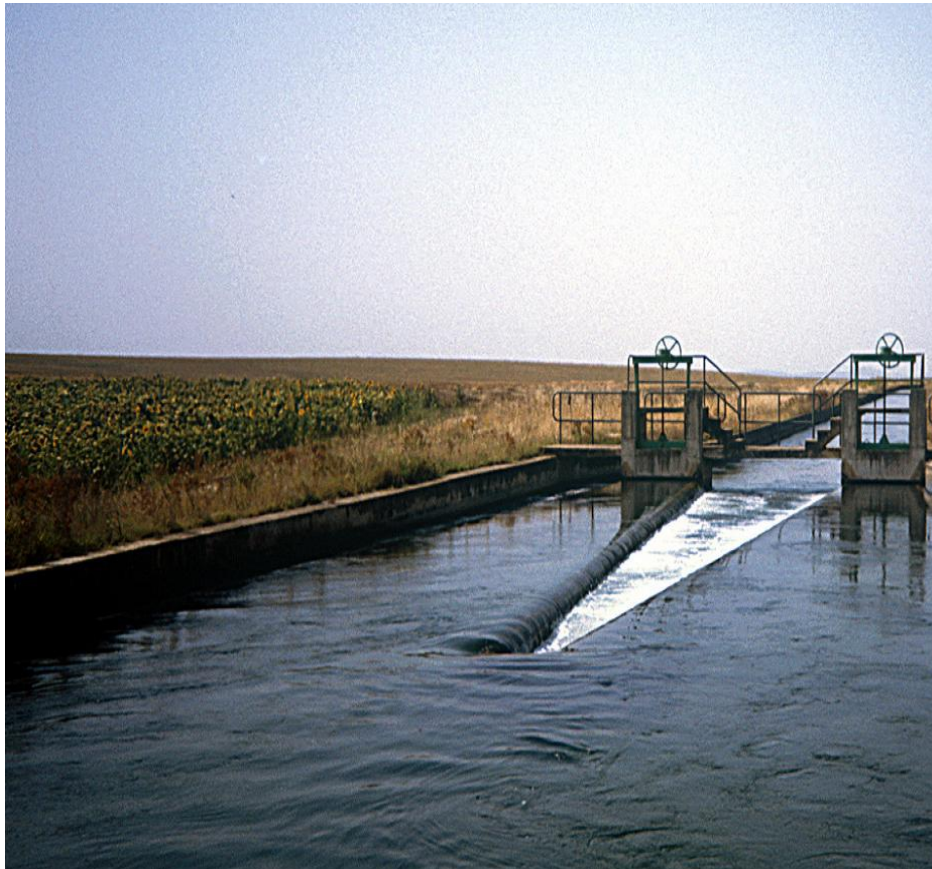


Figura 4. Vertedero Tipo Pico de Pato

Fuente: Optimización del manejo y la distribución del recurso hídrico mediante técnicas de control de flujo en el departamento del Valle del Cauca - Colombia

2.1.5. Procedimiento de Diseño

Para proceder a los cálculos para el diseño de un vertedero se necesita seguir los siguientes pasos:

- 1.- Determinación del caudal que va a ser desalojado por el vertedero.

2.- Designar valores para algunas características de los vertederos tales como:

- Longitud del vertedero
- Ancho de la base
- Definir la sección - Pendiente lateral
- Pendiente longitudinal
- Coeficiente de rugosidad de Manning dependiendo del material
- Coeficiente de distribución de velocidad
- Altura de la sección de control

3.- Se calcula las características de la sección crítica del vertedero tales como:

- Ancho de la base
- Calado crítico
- Área crítica
- Ancho superficial
- Velocidad
- Numero de Froude
- Perímetro mojado
- Radio Hidráulico
- Pendiente Crítica
- Altura de velocidad

4.- Calcular los datos aguas arriba de la sección de control:

- Calado aguas arriba
- Área
- Velocidad
- Calado producido por la velocidad

No tiene que haber pérdidas de energía.

5.- Determinar el perfil del flujo:

Se divide en secciones y para cada sección determina:

- Ancho de la sección
- Cota de solera
- Delta prima del calado
- Cota de agua
- Calado del agua
- Área mojada
- Caudal
- Velocidad
- Delta de la sección del vertedero
- Velocidad
- Perímetro mojado

- Radio Hidráulico
- Pendiente
- Espejo de agua
- Numero de Froude

El cálculo se hace para cada sección es por eso que se deja a consideración el número de secciones con el que desea trabajar, el cual está en función del ancho de las mismas, para apreciar de mejor manera es mejor hacer secciones pequeñas así aumente el número de secciones.

2.2. LAMINACIÓN DE AVENIDAS

2.2.1. Introducción

Una función importante de los embalses y sus obras complementarias, es la de laminar las avenidas en las zonas de inundación. El embalse recolecta el agua, hasta un nivel óptimo de operación, en el cual el embalse funciona en forma normal. Ante la presencia de crecidas el embalse sobre pasa el nivel normal de operación, este exceso de agua es desalojada por el vertedero de excesos, cuya función es la de desalojar el agua que excede dicho nivel, de tal forma que no produzca daños aguas abajo y laminar el agua en el embalse sin causar daños en la presa.

El vertedero de excesos tiene que construirse de manera que garantice estas dos últimas funciones, esto es tener una longitud que asegure el correcto desalojo del agua de las crecidas, sin que produzca daños en las parcelas aguas abajo del embalse, y la presión que genere el agua embalsada sea tal que pueda producir daños en la estructura.

Mediante el análisis de laminación de las crecidas se puede determinar cuáles será las caudales que deben soportar las estructuras y el caudal que se debe desalojar en el temporal de crecida.

2.2.2. Generalidades

El prever una catástrofe aguas abajo del embalse, limita la capacidad de las obras de evacuación, vertederos, es por ello que estos elementos deben asegurar una laminación. Es por esto que la laminación de la onda de crecida de riada está ligada a la capacidad de evacuación, a la seguridad limitando la laminación y las características del vaso y la cuenca.

Para poder realizar un cálculo correcto de laminación de onda de crecida, se necesita identificar dicha onda de crecida, la precisión depende de la exactitud de

los datos con la que se le determine. Los datos que se requieren son los siguientes:

- Precipitaciones
- Temperatura
- Caudales aguas arriba
- Periodos de retorno

Cuando esté en funcionamiento el embalse se puede realizar un seguimiento de más exhaustivo de las crecidas, ya que se dispone de estaciones de aforo, y se puede colocar pluviómetros y limnímetros y demás aparatos para poder tener una de explotación hidráulica confiable.

2.2.3. Laminación

En el embalse la cota será igual o inferior a la que corresponde a la de evacuación denominado Q_n , que será el caudal para el cual se realiza el proyecto, donde el caudal de entrada será igual al caudal que desalojan los aliviaderos.

En cuanto se produce la crecida aumentando el caudal, Q_e , comienza a subir el nivel del agua en el embalse, y el caudal que se desaloja será mayor. Lo que produce un hidrograma de entrada mayor al de salida produciéndose un volumen adicional en el embalse. En el tiempo que finalice el evento se restablecerá el comportamiento del embalse.

2.2.3.1. Tránsito de crecidas en el embalse

Para evaluar el tránsito de crecidas en un embalse, es necesario realizar un balance hidrológico en una cuenca, el mismo que viene dado por la ecuación de continuidad:

$$\frac{da}{dt} = E - Q$$

Donde:

- a = Almacenamiento en la cuenca
- E = Entrada de agua a la cuenca
- Q = Salida de agua de la cuenca

La ecuación de continuidad, es dependiente puesto que tiene dos incógnitas “ a ” y “ Q ”, para ello se necesita una segunda ecuación para tener un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, y poder resolver el sistema, la segunda ecuación a

emplearse es la de almacenamiento, está última depende de la naturaleza del sistema a estudiar.

$$S = f(Q)$$

Para el presente caso se utilizara el método de la piscina nivelada para medir el tránsito a través de un embalse, la relación entre el caudal de salida y el almacenamiento es invariable. La ecuación necesita un caudal fijo a la salida para tener una elevación constante de la superficie esto es una superficie de agua horizontal, el almacenamiento está relacionado a la elevación de la superficie de agua y el caudal de salida es función de la altura de agua sobre la cresta, así el almacenamiento y el caudal de salida pueden relacionarse para producir una función de almacenamiento invariable de valor único. El pico de salida se produce cuando el hidrograma de salida se produce al mismo tiempo que el de entrada (el máximo almacenamiento ocurre cuando)

$$\frac{da}{dt} = E - Q = 0$$

2.2.3.2. Transito piscina nivelada

Con los datos del hidrograma de entrada y las características de almacenamiento, y mediante el proceso de transito de piscina nivelada se obtendrá el hidrograma a la salida del vertedero con la superficie horizontal. Para resolver el proceso de transito de piscina nivelada se lo puede resolver mediante el método de diferencias finitas o Runge-Kutta.

Método De Diferencias Finitas

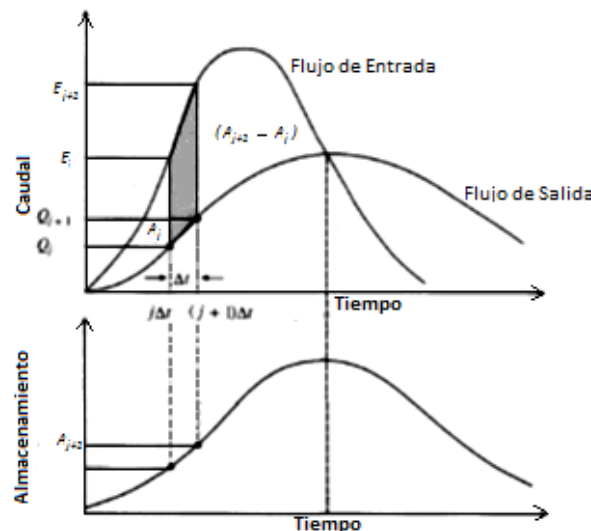


Figura 5. Esquema de la integral para método de diferencias finitas

Fuente: (Chow, V.T, 1994b)

$$\int_{a_j}^{a_{j+1}} dA = \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} E(t)dt - \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} Q(t)dt$$

Si un periodo Δt el comportamiento del caudal es similar a uno lineal el cambio en el almacenamiento es igual $A_{j+1}-A_j$.

$$A_{j+1} - A_j = \frac{E_j + E_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q + Q_{j+1}}{2} \Delta t$$

Se deja los datos conocidos a un lado de la ecuación y al lado izquierdo las incógnitas.

$$\left(\frac{2A_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1} \right) = (E_j + E_{j+1}) + \left(\frac{2A_j}{\Delta t} - Q_j \right)$$

Para determinar el caudal de salida al final del periodo Δt , se requiere de una función especial que relacione $2A/\Delta t + Q$ y Q .

Tomando en cuenta el hecho de que la elevación de la superficie y caudal de salida está en función de la estructura de salida, y el intervalo Δt es el tiempo del hidrograma de entrada, el término Q_{j+1} se lo puede determinar interpolando la función de almacenamiento, y el termino $\frac{2A_{j+1}}{\Delta t} - Q_{j+1}$ se lo puede hallar con la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{2A_{j+1}}{\Delta t} - Q_{j+1} \right) = \left(\frac{2A_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1} \right) - 2Q_{j+1}$$

Método de Runge-Kutta

Esta forma de resolución está vinculada a la hidráulica del flujo a través del embalse. Se divide el intervalo de tiempo en tres incrementos en los cuales se calcula la superficie de agua y el caudal a la salida. Con la expresión de continuidad:

$$\frac{da}{dt} = E(t) - Q(H)$$

$$da = S(H) dH$$

Donde “S” es la superficie o área que corresponde a la elevación del agua “H”.

$$\frac{dH}{dt} = \frac{E(t_j) - Q(H_j)}{S(H_j)} \Delta t$$

Para hallar la solución se realiza pequeños incrementos de “t”, y con los valores conocidos de “H”. Como se habla de tres incrementos se realiza tres aproximaciones continuadas para la altura “dh” para cada intervalo Δt , con las siguientes formulas:

Primera aproximación

$$\Delta H_1 = \frac{E(t_j) - Q(H_j)}{S(H_j)} \Delta t$$

Segunda aproximación

$$\Delta H_2 = \frac{E\left(t_j + \frac{\Delta t}{3}\right) - Q\left(H_j + \frac{\Delta H_1}{3}\right)}{S\left(H_j + \frac{\Delta H_1}{3}\right)} \Delta t$$

Tercera aproximación

$$\Delta H_3 = \frac{E\left(t_j + \frac{2\Delta t}{3}\right) - Q\left(H_j + \frac{2\Delta H_2}{3}\right)}{S\left(H_j + \frac{2\Delta H_2}{3}\right)} \Delta t$$

Los valores de H_{j+1} y ΔH se hallan con las siguientes ecuaciones:

$$H_{j+1} = H_j + \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{\Delta H_1}{4} + \frac{3\Delta H_3}{4}$$

2.2.3.3. Metodología

Con los datos del hidrograma de salida, el análisis a realizar es la determinación de la longitud del vertedero, de tal forma que la carga de agua “H” no sobre pase el nivel de coronamiento. La longitud de vertedero más adecuada será la que permita el paso de un caudal específico menor a 10 m³/s y un nivel de aguas máximo (NAM) por debajo del nivel de coronamiento.

En un vertedero de descarga libre se fija el coeficiente de desagüe, la duración de tránsito, que se tomará es de 6 días con incrementos de tiempo de 10 minutos, la relación elevación de la superficie – caudal de salida se puede realizar para variaciones de la superficie de agua de 10 cm.

Implementado el método de la piscina nivela determinado por el Método de Rungue – Kutta de tercer orden ya que no requiere de ninguna función adicional y está relacionado directamente con la hidráulica de flujo a través del embalse.

La aplicación de este proceso se observa en el Capítulo 2.

2.3 TENENCIA DE TIERRAS

2.3.1. Introducción

La tenencia de tierras es una parte importante de la estructura social, política y económica, que realizar un análisis de los bienes a ser afectados y que sean remunerados de la manera más justa y equitativa posible.

En el área del proyecto existe diversidad de tierras, edificaciones y servicios, es necesario también hacer referencias a las parcelas por el tipo tierra agrologicas, la localización, y las mejoras incorporadas, los cuales representan un valor predeterminado, lo que se pretende con el presente estudio es dar un valor justo para cada parcela a ser expropiada en el proyecto.

Lo primero que se requiere es realizar un levantamiento del área del proyecto a ser afectada esto se refiere a donde se localizaran las obras y el área de inundación; siendo esta la de mayor magnitud por lo cual requiere un estudio cuidadoso de afectar al menor número de propietarios y tener un costo muy elevado.

2.3.2. Alcance y Contenido

Dentro del Proyecto PACALORI, las actividades a tomar en cuenta para el análisis de tenencia de tierras son las siguientes:

- a) Diseño del sistema técnico y del modelo de avalúo catastral
- b) Promoción y difusión del levantamiento y avalúo predial,
- c) Deslinde predial,
- d) Ficha de inventario catastral predial.
- e) Avalúo catastral individual
- f) Tipificación predial
- g) Diseño del software de evalúo y gestión catastral
- h) Informe y expediente catastral individual

2.3.2.1. Diseño del sistema técnico y del modelo de avalúo catastral

Es la fase de preparación donde quedan sentados los criterios técnicos y operacionales con los cuales se desarrollara cada etapa del trabajo. Debido a la importante de este proceso se requiere personas con experiencia en este ámbito y basándose en información recolectada en campo, se componen los medios de trabajo con los que se ejecutan las tareas concretas del levantamiento y el avalúo, las empleadas para el Proyecto PACALORI son las siguientes según el Estudio preliminar de tenencia de tierras:

- **Diagnóstico**
 - Recopilación de información primaria y secundaria
 - Análisis y evaluación de información existente
 - Conclusiones y recomendaciones.
- **Diseño del sistema técnico de Deslinde Predial:**
 - Preparación de la cartografía básica y temática
 - Edición de la cartografía
 - Adquisición de equipos topográficos
 - Capacitación de personal técnico
- **Diseño del Sistema de levantamiento catastral predial.**
 - Determinación de información requerida,
 - Determinación de criterios de Parametrización de datos a recopilar
 - Diseño de ficha predial: El formato de la ficha se incluye a continuación:
 - Elaboración del manual del encuestador:
 - Impresión de fichas catastrales borradores
 - Capacitación de encuestadores

2.3.2.2. Diseño del Modelo de Avalúo Catastral

La finalidad de este es tener identificados los diferentes componentes que contiene el avalúo catastral para los predios en el proyecto PACALORI son los siguientes:

- **Investigación de Campo y Gabinete**
 - Recopilación de información secundaria.
 - Coordinación interinstitucional: SENAGUA, Municipios, Secretaría de Tierras, etc.

- **Avalúo Global (valor unitario base)**

○ **Avalúo de la Tierra - Métodos:**

- ❖ Clasificación agrológica
- ❖ Capitalización de la renta
- ❖ Valor de Mercado (oferta-demanda)
- ❖ Valor de oportunidad
 - Encuestas de valores de mercado de tierras, edificaciones y mejoras
 - Investigación de campo de clases de tierras,
 - Investigación de cobertura vegetal,
 - Investigación de condiciones físico-mecánicas de tierras
 - Procesamiento de datos.

○ **Avalúo de las edificaciones e instalaciones - Método:**

Valor actual depreciado

- Investigación de precios de mano de obra y materiales de construcción,
- Análisis de precios unitarios
- Determinación del catálogo de edificaciones
- Determinación de tipologías constructivas,
- Determinación de elementos constructivos por tipos de edificación,
- Determinación de valores de los elementos constructivos por tipos de edificación,
- Determinación de valores de cada tipología- Valor Unitario Básico
 - **Avalúo de las Mejoras - Método:** Valor comercial depreciado.
 - **Avalúo de los cultivos y de la cobertura vegetal:** Depende el tipo de sembrío.
 - **Elaboración de tablas de avalúo y manuales**
- Tablas de avalúo de la tierra y factores de ajuste por tamaño y destino económico,
- Tablas de ajuste por estructura territorial y accesibilidad,
- Determinación de Tablas de ajuste de la tierra por tipo de suelo, relieve y otras.
- Determinación de Tablas de ajuste de las edificaciones por edad y estado y otras.

- **Avalúo Individual:**

- Determinación de criterios y formatos de tablas y formularios de entrada y salida.

- **Informe de Avalúo Global.**

- Determinación de criterios y formatos de formularios de entrada y salida.

2.3.2.3. Diseño del Sistema de Información Geográfico– SIG.

- Recopilación, análisis y evaluación de Cartografía y SIG existente
- Diseño del SIG
- Elaboración del SIG
- Edición de SIG resultante
- Manual de uso del SIG.

2.3.3. Promoción Y Socialización Del Avalúo De Predios Afectados

En todo proyecto es necesario que en las zonas de afección las personas que están vinculadas a este, tengan información para llevar de manera adecuada y sin mayores imprevistos cada etapa del proyecto, por ello para realizar el levantamiento de información y avalúo, primero los sociólogos deben sociabilizar el proyecto, los sociólogos del proyecto PACALORI lo han realizado por medio de:

- Talleres de difusión en comunidades
- Presentación del Proyecto a líderes y Autoridades y
- Coordinación de actividades de gabinete y campo.

2.3.4. Deslinde Predial

Esta etapa le corresponde a la Unidad de Catastro y Avalúos, se procura identificar, en gabinete y en campo, todos los predios que se verán afectados por el proyecto. Se realizara la identificación y levantamiento de cada uno de los predios que se ven afectados por el proyecto. Las actividades previstas para el proyecto PACALORI son:

- Edición de cartografía básica
- Elaboración de cartografía temática con fines catastrales,
- Edición de levantamiento catastral,
- Edición e impresión de planos catastrales individuales por sectores
- Conformación de grupos y programación de trabajo de campo
- Capacitación de encuestadores y guías
- Deslinde predial de 1.000 predios (actualización y verificación en campo) que consiste en la medición mediante GPS submétricos de los linderos de cada parcela,
- Control de calidad.
- Dibujo y edición de cartografía resultante a nivel predial.

2.3.5. Ficha De Inventario Catastral Predial

Una vez obtenido el plano editado del deslinde de cada predio identificado en campo, se pretende determinar el límite de la zona afectada por el proyecto, se realizara un inventario de todos los elementos u obras que existan en la zona y que tengan el carácter de bienes inmuebles, que no puedan moverse o retirarse cuando se los afecte, y bienes que constituyan algún valor económico que justifique su avalúo y que habrá que indemnizar a sus propietarios para que puedan ser afectados. Las actividades específicas que realiza la UAC son las que siguen:

- Contratación de encuestadores, capacitación y organización de trabajos de campo.
- Empadronamiento catastral predial, mediante trabajo de campo para 1.000 predios.
- Control de Calidad, calificación y aprobación de fichas, y
- Digitación de datos en formato digital.

2.3.6. Avalúo Catastral Predial

En el estudio preliminar de tenencia de Tierras se pretende identificar el número de predios, el tipo y el conjunto que representa en el proyecto los datos que se requiere la UAC del proyecto son las siguientes:

2.3.6.1. Avalúo Individual

- Aplicación del software para efectuar el avalúo Individual
- Cálculo y determinación de avalúos globales e individuales de cada predio
- Control de calidad y Verificación de datos por rubros,
- Aprobación de avalúos
- Reversión de avalúos de predios con eventuales datos erróneos e imprecisos,
- Reavalúo de avalúos individuales y
- Emisión de reportes individuales.

2.3.6.2. Informe de Avalúo Global

- Recopilación de informes individuales aprobados
- Elaboración de base de datos por rubros
- Elaboración y entrega de informe técnico.

2.3.7. Tipificación Predial

Existe un proceso para determinar el costo para cada predio y las formas de proceder, el modo de operar es el siguiente:

2.3.7.1. Diagnóstico y Reconocimiento de interesados

- Recopilación y evaluación de información existente
- Conclusiones y recomendaciones

2.3.7.2. Análisis legal y Tipificación de Casos

- Análisis de formas de tenencia
- Análisis de casos legales.
- Determinación de catálogo de formas de tenencia,
- Análisis individual de formas de tenencia por casos,
- Clasificación individual de casos,
- Hoja de ruta individual para legalización y adquisición.
- Elaboración y entrega de informe.

2.3.8. Diseño Del Software De Archivo, Avalúo Y Gestión Catastral

Para llevar de mejor manera y optimizar recursos se ha realizado un software para determinar los costos de cada predio, como se encuentra en el Estudio preliminar sobre tenencia de tierras, de la siguiente manera como se expone en el estudio Preliminar de Tierras:

2.3.8.1. Elaboración del Sistema Informático de Gestión y Procesamiento de la Información.

- Conformación de la Base de Datos Informatizada
- Diseño y ajuste de la base de datos
- Ingreso y almacenamiento estructurado de datos, en Base de Datos Potgres
- Manejo de Ficha catastral y relación con la cartografía básica y temático
- Visualización del mapa catastral
- Ingreso, almacenamiento y modificación de parámetros para valoración de tierra y de Construcciones (100%)
- Modelo de Valoración Automática de los avalúos
- Módulo de Gestión del Sistema:
- Sistema de comunicación y consulta en línea-INTERNET, y
- Elaboración del manual de uso del usuario.

2.3.8.2. Digitación de tablas de avalúo y de la Información de campo:

- Diseño de formatos,

- Diseño de bases de datos
- Llenado de tablas en software
- Pruebas y control de calidad.

2.3.8.3. Reportes de datos y avalúos:

- Emisión de los avalúos globales e individuales,
- Verificación de datos y avalúos,
- Aprobación de avalúos individuales,
- Reversión de avalúos con errores,
- Reavalúo de avalúos individuales y
- Emisión de reportes.

2.3.9. Informe y Expediente Catastral Individual

El informe y expediente catastral debe constar las siguientes partes: Aprobación de avalúos y documentos conexos y anexos, Impresión de documentos, Recopilación de documentos por predio, Elaboración y armado de expedientes por predio, recinto, zona y municipio, Edición y reproducción de Expedientes. Cada documento constara de los siguientes componentes, como se indican el informe Estudio preliminar de tenencia de tierras:

- **Síntesis del avalúo:** Formulario de síntesis del avalúo de cada Inmueble.
- **Anexos del Avalúo:** Detalles de los avalúo de la tierra, edificaciones y construcciones e instalaciones y mejoras
- **Detalle del avalúo de la vegetación y cultivos según:** Dentro de los cultivos se encontraran: Cultivos de ciclo corto, Cultivos perennes y plantaciones, Pastos naturales y cultivados, Cobertura vegetal y vegetación nativa, Arboles aislados maderables y Producción piscícola.
 - Ficha catastral del inmueble,
 - Plano catastral del predio, edificaciones y mejoras,
 - Tipificación Legal y
 - Carpeta de Expediente catastral Individual.

2.3.10. Exposición De Criterios Básicos A Considerar

Han sido expuestos varios criterios hasta el momento y que influirá en cómo se desarrolle el trabajo tanto en la forma técnica como operativa. A continuación se definirá unas pautas a tomar en cuenta sobre las afecciones causadas por el proyecto y los aspectos operativos a observar.

2.3.10.1. Áreas de Afección Temporal:

Existen dos casos diferentes en cuanto se refiere a predios afectados por las inundaciones, se identifica en el Estudio Preliminar de Tenencia de Tierras:

a) **Lotes o partes de lotes que serán inundados de manera permanente**, en cuyo caso se afectará y evaluará en toda su extensión, sin ningún contratiempo.

b) **Partes del lote que serán inundados temporalmente**, según el calendario de inundación de la presa. El área afectada es toda, pero varía según el nivel de las aguas, desde unas pocas semanas hasta casi todos los meses del año. En este caso sería factible la utilización de tablas de factores de daños de acuerdo a la temporalidad de la afección, con ciertos límites y situaciones.

2.3.10.2. Franjas de Protección de Ríos o Esteros:

Las municipalidades deben establecer, mediante ordenanza el ancho de la franja de protección que puede variar de acuerdo al tipo, carácter y jerarquía del mismo. Se tendría que restar esta área de la extensión total del predio.

2.3.10.3. Áreas que actualmente se inundan:

Se refieren a las áreas de las márgenes de fuentes hídricas ya que estas ya están afectadas, se las tiene que identificar y cuantificar para poder descartar estas extensiones de expropiación.

2.3.10.4. Remanentes e “Islas” de Lotes:

Entre los posibles casos que se pueden dar en los lotes afectados están los solo una pequeña extensión queda sin afección, y que desligue o aparte del lote principal y se constituya en una “ISLA”; lo que con lleva a que esta parte del predio no se utilice al ser inaccesible e improductivas.

2.3.10.5. Reubicaciones:

Cuando sea conveniente o necesario reubicar a la población afectada en otros lugares lo suficiente mente seguros donde no se vean afectados por ninguna razón. Este caso se resolverá previamente si se procede o no realizar el deslinde y avalúo correspondiente.

2.3.10.6. Aprobación de Avalúos y ficha catastral

Siguiendo el COOTAD (Código Orgánico De Organización Territorial, Autonomía Y Descentralización) las municipalidades son las encardas de aprobar los avalúos es por ello que el contratista tendrán que realizar los acuerdos con estas. La ficha catastral tienes que estar previamente aprobada según la Oferta Técnica y los TdRs (Términos de Referencia).

2.3.10.7. Número de predios

Es muy importante tener plenamente identificados los predios a indemnizar y contabilizados, para agilizar las diligencias que se tienen que realizar en cada municipio.

2.3.10.8. Alcance del Proyecto

En el Estudio Preliminar sobre Tenencia de Tierras se ha realizado el siguiente listado las actividades a realizar para cada predio afectado:

- Identificación de Afecciones,
- Levantamiento planimétrico,
- Deslinde,
- Ficha Catastral,
- Avalúo,
- Análisis y Tipificación Predial, y
- Expediente Catastral Individual.

2.3.10.9. Tipificación Predial

Se debe realizar para cada predio una “Tipificación” esto es, mediante un análisis de la información recolectada, se establece la “Hoja de Ruta” que se debe realizar para llegar a la compra-venta de la propiedad, esto será parte del expediente individual.

2.3.11. Síntesis De La Metodología Utilizada.

Se expondrá a continuación los procedimientos de algunos trabajos que se consideran más relevantes y que merecen su detalle:

2.3.11.1. Identificación y Deslinde Predial a Nivel de Parcela Rústica:

Este proceso tiene una secuencia cumplir primero identificar mediante ortofotografía, cartografía existente y la del PROMAS, editarla y realizar un deslinde predial, los cuales se identificaran en campo se obtendrán los límites y datos para su identificación, finalmente se realizara el levantamiento y la encuesta de cada predio, las actividades a seguir son las siguientes:

- Identificación referencial de cada parcela en la cartografía, ortofoto o fotomosaico,
- Edición gráfica de esta información. Estas 2 actividades, preferiblemente, serán realizadas en gabinete, antes de salir a campo.
- En Campo, identificación de los linderos de cada parcela,
- Medición de los linderos, edificaciones y otros elementos inmuebles del predio,
- Dibujo de estos datos en la ficha catastral.

2.3.11.2. Encuesta Predial:

En campo se realizarán las siguientes actividades vinculadas a cada predio:

- Entrevista al propietario o posesionario,
- Observación de los elementos que conforman la parcela, y
- Consignación en detalle de los datos observados en la ficha catastral.

2.3.11.3. Procesamiento y Edición de la Información:

Una vez recolectada la información de campo se la clasifica y se la procesa, de la siguiente manera:

- Edición y dibujo en formato digital del deslinde predial, mediante AUTOCAD Y/O ARCGIS ,
- Procesamiento y Edición de la Información alfanumérica, y
- Digitación en la base de datos del software.

2.3.12. Avalúo Catastral

2.3.12.1. Legislación catastral

En los artículos 501, 515 y 516 de la COOTAD se reglamenta la valoración de los predios urbanos y rurales, así:

- Los avalúos serán realizados mediante un procedimiento que incluya los elementos de valor del suelo, de las edificaciones y el valor de reposición antes indicado.
- Con el propósito de valorar los predios, el Concejo Municipal aprobará, mediante ordenanza, el plano de valor del suelo, los factores de aumento o reducción del terreno y de las edificaciones.
- Además, en el art. 515 se establece que "...los elementos que integran la propiedad rural son: tierra, edificios, maquinaria agrícola, ganado y otros semovientes, plantaciones agrícolas y forestales..." .

2.3.13. Avalúo General (Valor Unitario Base):

2.3.13.1. Avalúo de la Tierra- Métodos

Los aspectos a que se consideran para el avalúo en el proyecto PACALORI según el Estudio Preliminar de Tenencia de Tierras son los siguientes:

- Clasificación agrológica
- Capitalización de la renta
- Valor de Mercado (oferta-demanda)
- Valor de oportunidad.

2.3.13.2. Criterios y Factores de Ajuste del V.U.B de la tierra

Elaborado mediante criterios de ajustes de tierra, por principios y técnicas de catastro urbano y rustico, son las siguientes:

- Accesibilidad, estructura territorial e influencias del lote,
- Destino económico que representa las condiciones y formas de uso/ocupación de la parcela.
- Tamaño del lote, aplicado mediante factores de corrección específicos para cada rango de tamaño, conforme corresponda al lote en cuestión.
- Relieve o topografía.
- Tipo de Suelo.

2.3.13.3. Avalúo de las edificaciones e instalaciones e inmuebles.

Se debe tener una referencia de costos por construcción, material, uso y años que tiene cada construcción, para facilitar el avalúo total de la parcela.

2.3.13.4. Valoración de los cultivos y de la cobertura vegetal

En cada parcela se tiene que identificar el tipo de vegetación entre las cuales se tiene que identificar entre las siguientes:

- Cultivos de ciclo corto,
- Plantaciones y cultivos de mediano y largo ciclo
- Pastos naturales y cultivados,
- Cobertura vegetal y vegetación nativa, y
- Árboles aislados maderables y no maderables.

2.3.13.5. Avalúo Catastral individual

Para la realización del avalúo se tomaran en cuenta los siguientes factores, según el Estudio Preliminar de Tenencia de Tierras:

- Determinación de criterios y factores de ajuste de la tierra y edificaciones
- Desarrollo de los modelos teórico, matemático y criterios de cada factor de ajuste para cada destino económico,
- Desarrollo de Tablas de Avalúo, con asignación de valores de cada factor y rango de tamaño.
- Cálculo y determinación del avalúo de cada predio,
- Edición de los avalúos individuales, y
- Aprobación de avalúos PROMAS-ETAPA-SENAGUA

Finalmente el expediente catastral para el proyecto está constituido por:

Resultado Final y Expediente de Avalúo Catastral: los expedientes individuales, está constituido de los siguientes componentes:

- Síntesis del avalúo:
 - ✓ Formulario de síntesis del avalúo.
- Anexos del avalúo:
 - ✓ Detalle del avalúo de la tierra,
 - ✓ Detalle del avalúo de las edificaciones y construcciones
 - ✓ Detalle del avalúo de las instalaciones y mejoras
 - ✓ Detalle del avalúo de la vegetación y cultivos, según:
 - ❖ Cultivos de ciclo corto,
 - ❖ Cultivos perennes y plantaciones,
 - ❖ Pastos naturales y cultivados,
 - ❖ Cobertura vegetal y vegetación nativa, y
 - ❖ Árboles aislados maderables.
 - ❖ Producción piscícola
- Ficha catastral del inmueble,
- Plano catastral del predio,
- Detalle del plano de las edificaciones y mejoras,
- Tipificación y Documentación legal.
- Elaboración de Expediente Catastral Individual

2.4. ANÁLISIS DE PRECIOS

2.3.1. Metodología

La metodología que se siguió para el cálculo del Presupuesto en el proyecto PACALORI, fue la siguiente:

- a) **Recopilación de información.-** En esta etapa se recopiló información de análisis de rendimientos y consumos de mano de obra para obras hidráulicas importantes, de libros, revistas, papers y diversas páginas de internet.
- b) **Recolección de datos.-** Investigar sobre obras de características similares que se encuentran ejecutando en el país, para obtener datos de rendimiento y consumo de mano de obra, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: rubros con alto número de repeticiones; rubros con continuidad en las cuadrillas que ejecutan las actividades; obras que tengan las mismas condiciones físicas; y, obras organizadas.
- c) **Clasificación de datos.-** Se realizó una apropiada distribución de los datos de campo, teniendo en consideración los diferentes parámetros estadísticos para un análisis de esta naturaleza.
- d) **Procesamiento de datos.-** Se elaboraron de hojas de cálculo para permitir realizar los diferentes cálculos estadísticos y matemáticos de una manera rápida y segura.
- e) **Análisis de datos.-** Luego de su análisis pertinente se emitió un criterio técnico considerando los resultados obtenidos y los datos que se utiliza en la actualidad.
- f) **Conclusiones y recomendaciones.-** Finalmente se realizó la validación, las ventajas y desventajas del análisis, a la vez planteamientos que permitan obtener resultados confiables.

2.4.2. Precios Unitarios

Un presupuesto no es más que la cantidad de dinero que se va a invertir en un proyecto, se realiza con base a la experiencia en proyectos de índole semejante y su determinación depende de la finalidad del proyecto:

- a) Cuando se compara el costo de inversión frente a los beneficios.- No es muy detallado y se lo puede realizar con números enteros.
- b) Cuando se va a financiar una obra.- Es muy detallado tanto en medidas como en precios, también cuenta con un presupuesto para circunstancias especiales.

Los precios unitarios de cada rubro se componen de dos costos, el directo y el indirecto, que a su vez están compuesto por una serie de componentes tales como:

- Tarea
- Rubro
- Sub-rubro



- Componente constructivo
- Cubicación
- Empresa
- Costo
- Costo de una obra
- Precio de una obra
- Precio unitario
- Unidad de obra
- Costos directos
- Costos indirectos

2.4.2.1. Costos Directos

Está compuesto por la suma de: la mano de obra, herramientas y materiales que se requieren para la construcción.

Para poder determinar de una manera sencilla y precisa las cantidades de obra primero se tienen que tener un expediente técnico, es decir las especificaciones técnicas, planos y todos los estudios pertinentes para la obra, también se debe contar una base de costos unitarios. Los precios unitarios se obtienen con la siguiente formula:

$$P.U. = Mj + Ne + Oh + Pm$$

Donde:

j, e, h, m, n : son variables.

M, N, O, P : son variables condicionadas.

Las variables son: los materiales, mano de obra y los equipos, y las variables condicionadas son las cantidades que se consumen de cada variable.

Los costos directos son variables y están compuesto por los siguientes:

- a) **Costo de Mano de Obra.**- Es la cantidad de dinero destinada para el personal, por la ejecución de determinada labor, este rubro difiere según sea la dificultad del trabajo, riesgo o dificultad en el proceso constructivo, pero no puede ser inferior al Salario Básico Unificado (SBU), para realizar un análisis de costos unitarios siempre se considera el costo mínimo en mano de obra. Para obtener el costo total de mano de obra se debe tomar en cuenta los siguientes rubros, los mismos que están sujetos a disposiciones legales vigentes:

- Jornal Básico
- Cargas Sociales
- Bonificaciones

Es necesario contar con una **Tabla de Estructura Ocupacional y remuneración mínima sectorial**, en el cual se fija el salario básico para los diferentes cargos dentro de una construcción, este se lo adquiere en el Ministerio de Relaciones Laborales.

Para el cálculo del costo horario de mano de obra se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Salario Básico Unificado (SBU), Salario Mensual Básico Unificado (SMBU).
- Decimotercera remuneración o Bono Navideño (13erS).
- Decimocuarta remuneración o Bono Escolar (14erS).
- Fondo de Reserva (FR).
- Aporte Patronal (AP).
- Transporte (T).

El Salario Mensual Total (SMT).- es el salario que percibe un trabajador con todos los componentes salariales que el Código del Trabajo, y es igual a:

$$SMT = SMBU + AP + \frac{(13erS + 14erS + FR)}{12}$$

Factor de Mayoración (FM).- No es más que la relación en entre los días calendarios que son 365 días y los días no laborados, dentro de los días no laborados se encuentran los sábados y domingos, vacaciones, festivos nacionales y locales, imprevistos, que suman en total 130 días. Está determinado por la siguiente ecuación:

$$FM = \frac{365}{(365 - 130)} = 1.55319$$

El salario Real Mensual (SRM)= SMT x FM

El salario Real Horario (SRH) = SRM/160

El Factor de Salario Real (FSR)= SRM/SMBU

Las tablas con estos datos también se los proporciona el Ministerio de Relaciones Laborales.

Junto con las tablas de rendimiento de las cuadrillas tipo y las cantidades de obra es posible determinar el tiempo en el que se realiza un trabajo, y al multiplicarlo por el costo de la mano de obra, dará como resultado el costo de determinado rubro.

b) Costo de Materiales.- El costo de los materiales son un componente básico en la determinación de un análisis de precios unitarios, se consideran excluyendo el IVA, se debe considerar los gastos de su puesta en obra, tomando en cuenta los siguientes componentes:

- Costo del flete o transporte.- Es el costo que tiene el traslado del material, del lugar de expendio al sitio de la obra.
- Costo del manipuleo.- Es el costo que se refiere a la acción de recoger y depositar o mover en cualquier plano, ya sea en forma manual o mecánica.
- Costo del almacenamiento.- Es servicio complementario en la obra que está encargada de: recibir, proteger, suministrar, llevar un registro, etc.
- Costo por reducción o mermas.- Son cantidades de material que se pierde en forma natural, diferente de los desperdicios, que son cantidades que se pierden en el manipuleo de los mismo.
- Costo de viáticos.- Son pagos que se realiza al personal por el traslado de los materiales.

El costo de materiales no es más que la multiplicación de la cantidad por el precio unitario en el sitio de la obra. Se deben considerar ciertos factores que afectan el precio de compra del material, tales como:

- Las cantidades de material necesario de acuerdo a los planos de diseño.
- La calidad, empleo, destino, robos y caducidad.
- Prever un incremento de precio en los materiales.

Para los materiales de uso frecuente, se debe contar con cantidades de reserva, para evitar problemas como: falta de materia prima, mala comercialización, acaparamiento, entre otros.

c) Costo de los Equipos.- Es un elemento muy importante en el análisis de precios unitarios, y de gran influencia en el costo de actividades como: colocación de asfaltos, movimiento de tierras, elaboración de hormigones.

El alquiler de un equipo se lo debe calcular por hora, para relacionarlo con el rendimiento de acuerdo a los diferentes escenarios de trabajo y así obtener un valor en el cual se debe tener en cuenta los siguientes elementos:

- 1.- Costo de posesión: en los que se incluye las depreciaciones, intereses, capital, obligaciones tributarias, seguros entre otros.
- 2.-Costo de operación: contempla combustibles, lubricantes, filtros, neumáticos, mantenimiento, elementos de repuesto y operador de maquinaria.

Para obtener el costo horario del equipo se tomara en cuenta los siguientes cotos:

Costo de propiedad.- Es el costo que se le debe cancelar al propietario de la maquinaria.

Costo de operación.- Es el costo de la operación de la maquinaria en el proyecto y se la puede determinar de dos formas:

- 1) Considera la capacidad de los recipientes con la duración de los lubricantes internos y externos, y los filtros como un porcentaje de ellos.
- 2) Relaciona el consumo de combustibles y lubricantes, establecidos por los fabricantes, con la potencia de los motores.

Costo de mantenimiento.- Es el gasto que se genera debido a las reparaciones durante la vida útil, los neumáticos y artículos especiales.

- d) Costo de Herramientas.-** Este costo hace referencia a las herramientas o cualquier utensilio pequeño que utilice los obreros para la ejecución de tareas simples y/o adicionales a las que se hace mediante la utilización de equipo pesado.

Este rubro es difícil determinarlo, y ya que su incidencia en el costo del proyecto es bajo, por lo general se lo considera como un porcentaje de la mano de obra, su estimación se basa en diferentes criterios y en la experiencia del consultor. Para el proyecto PACALORI se consideró un 5% de la mano de obra.

2.4.2.2. Costos Indirectos

Son gastos que no están directamente relacionados con la construcción del proyecto, pero son necesarios para poder ejecutar una obra, se los denomina gastos técnico-administrativos, se dividen en dos:

- a) Gastos Generales Fijos o de Administración Central.-** Son los gastos que realiza la empresa, que se relacionan a todas las obras en la empresa efectúa en un tiempo determinado, se los puede clasificar de la siguiente manera:
- Alquileros y amortizaciones (CIAC₁).- Son los gastos por instalaciones, bodegas, oficinas, bodegas y servicios básicos, agua potable, luz, teléfono, vehículos de oficina.
 - Cargos Administrativos (CIAC₂).- Es el gasto que se producen por el sueldo del personal administrativo, secretarias, recepcionista, jefe de compras.
 - Cargos técnicos y profesionales (CIAC₃).- Es la inversión por profesionales para la empresa, abogados, contadores, jefe del departamento de ingeniería.

- Depreciación y mantenimiento (CIAC₄). - Es el gasto por adquisición y mantenimiento de equipos de oficina, computadoras, impresoras.
- Gastos de licitación (CIAC₅). - Es el monto de dinero que se invierte para las bases de ofertas y las especificaciones técnicas.
- Retenciones (CIAC₆). - Son gastos por imposiciones legales como el IVA, Impuesto a la Renta, Registro de equipo y maquinaria.
- Materiales de consumo (CIAC₇). - Es el gasto que se produce por el mantenimiento de la oficina, como artículos de limpieza, papel, gasolina.
- Promociones (CIAC₈). - Aquí se encuentran los gastos por representación, relaciones públicas, seminarios, cursos.
- Suscripción y afiliaciones (CIAC₉). - Es el gasto que se produce por afiliaciones a colegios de ingenieros o arquitectos, cámara de contrición o suscripciones a revistas técnicas.
- Seguros (CIAC₁₀). - Es la inversión que se refiere a seguros para el personal y maquinaria.

b) Gastos Generales Variables o de Administración en Campo. – Son aplicables a todos los componentes de la obra, y usualmente representan entre el 3-8% del costo total del proyecto, según sea la magnitud del mismo, si el proyecto es costoso representara el 3% y si el costo de proyecto no es tan costos representara aproximadamente el 8%. Dentro de estos gastos se tiene las siguientes:

- Cargos en campo (CIAO₁). - Es el gasto por sueldo a personal en obra como:
 - Profesionales: encargados de la supervisión y control de la obra.
 - Administrativos: bodegueros, guardián, mensajero, personal a diario.
 - Transporte: del personal.
 - Accesorios: bodegas, oficinas, viviendas, comedor, guardianía.
- Construcciones provisionales (CIAO₂). - Es el costo de los materiales y demás implementos para la construcción de obras por la exigencia de las bases u ordenanzas municipales.
- Gastos de contratación (CIAO₃). - Es el gasto por sueldo de personal extra, que se requiere en la obra.
- Fletes y acarreos (CIAO₄). - Se refiere al gasto por transporte de materiales y personal al lugar del proyecto.
- Financiamiento (CIAO₅). - Si se requiere un financiamiento de corto o mediano plazo, su variación suele estar entre el 1-3% del costo total del proyecto. Garantías (CIAO₆). - Es el costo las garantías de seriedad de la propuesta, de fiel cumplimiento de la obra, de buena calidad y debida
- Ejecución, del anticipo, las. Varía entre el 0.3-0.6 % del costo directo total de la obra.
- Imprevistos (CIAO₇). - Este monto varía según el tipo de proyecto y ubicación. Varía entre el 1-10 % del costo directo de la obra.

- Utilidad (CIAO₈).- Este costo está en función de las características del proyecto, influyen los gastos directos e indirectos. Los límites de variación están entre el 8-15 % costo directo total de la obra.

2.4.2.2.1. Costos Indirectos totales

Una vez conocidos los costos indirectos Generales Fijos y Variables, se puede calcular el Costo Total Indirecto. Con las siguientes formulas:

Costos Indirectos de Administración Central:

$$CIAC = \sum_{i=1}^{10} CIAC_i * \left(\frac{TDO}{Cc} \right)$$

Donde:

CIAC=Costos Indirectos Administración Central [USD]

CIAC_i = Costos Indirectos Administración Central [USD/mes]

Cc = Capacidad constructiva de la empresa, número de proyectos simultáneos [Obras]

TDO = Tiempo de duración de la obra [meses]

Costos Indirectos por Administración en Obra:

$$CIAO^l = \sum_{i=1}^4 CIAO_i * TDO$$
$$CIAO^u = \left(\frac{CIAO_5 + CIAO_6 + CIAO_7 + CIAO_8}{100} \right) * CD$$
$$CIAO = CIAO^u + CIAO^l$$
$$CI = CIAO + CIAC$$

Donde:

CIAO' = Costos Indirectos por Administración en Obra evaluados mensualmente [USD/mes]

CIAO'' = Costos Indirectos por Administración en Obra evaluados en porcentaje [%]

CD = Costos Directos de la obra [USD]

CI = Costos Indirectos de la obra [USD]

2.3.2.3. Precio Final

El valor final del proyecto se calcula de la siguiente manera:

$$\%CI = \left(\frac{CI}{CD} \right) * 100$$

$$FSC = 1 + \left(\frac{\%CI}{100} \right)$$

$$PV = CD * FSC$$

Donde:

%CI = Porcentaje de costos indirectos [%]

FSC = Factor de sobre costo

PV = Precio de venta [USD]

2.4.3. Reajuste de Precios

La metodología a seguir es la que define en la Ley de Contratación Pública del Ecuador, para contratos cuya forma de pago sea por medio del sistema de precios unitarios, mediante la fórmula polinómica. Los componentes principales son los costos directos, de los cuales se pueden obtener los porcentajes de incidencia del costo total y los valores de cada uno de sus componentes.

2.4.4. Especificaciones Técnicas

Todos los proyectos tienen que contar con especificaciones técnicas, que deben cumplir para la correcta ejecución del proyecto, en las especificaciones se establecen las condiciones técnicas de los recursos y el procedimiento de ejecución de las obras.

2.4.5. Presupuesto y Cronograma

Una vez obtenida los precios unitarios se puede definir el presupuesto del proyecto, el cual se lo puede presentar como requiera el contratista. Es indispensable contar con un cronograma de ejecución de las obras, puesto que el éxito de un proyecto, es que todo el tiempo sea optimizado y se cumplan con los plazos que se presenta al contratista.

2.5. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Un análisis de costos de producción tiene como objetivo determinar los beneficios de efectuar cierta actividad. Esto se lo puede lograr mediante una planificación de costos, determinando la inversión necesaria para generar un volumen producto, también el costo involucra a actividades como:

- A la realización de planes.
- La valoración de la efectividad económica y productiva.

Los costos se los realiza mediante cálculos técnico-económicos, que estén en relación con la inversión, el éxito de la producción está en la determinación de un buen plan y su correcta ejecución, el cual se puede evaluar por producto con las producciones comparables y en el costo de la producción neta y comerciable, y de esta manera obtener el total de la actividad.

2.5.1. Métodos de planificación

Actualmente es necesario una vinculación de los obreros y trabajadores en la planificación de costos, y esencialmente en las responsabilidades para alcanzar una mayor eficiencia productiva. Existen varios métodos para lograr esto, a continuación se presenta tres métodos:

2.5.1.1. Método Normativo

Consiste en la aplicación de normas establecidas con base al uso de materiales, equipos, fuerza de trabajo, etc. Tiene dos posibles formas de cálculo:

- Por presupuestos de gastos.- resume y refleja en términos de económicos el capital empleado, permitiendo controlar y analizar de forma más eficaz los recursos.
- Por costos unitarios.- En pro de garantizar un adecuada eficiencia beneficiosa en cada producto, es necesario obtener su costo unitario, y de esta manera optimizar su producción.

2.5.1.2. Método del Cálculo Analítico

Se utiliza principalmente para planificaciones anuales cuando existe diversidad de productos, tomando en cuenta los factores tanto técnicos como económicos y los cambios de las condiciones laborales. En este método se toman medidas ahorrativas.

2.5.1.3. Determinación del Costo Real de Producción

Se realiza un seguimiento económico del producto en cada etapa, para esto se requiere que lo hagan con el costo unitario calculado de manera correcta. Deben tomarse en cuenta los siguientes requisitos:

- Calcular y utilizar la producción equivalente cuando se requiera.
- Establecer los costos unitarios por partidas de costo.

2.5.2. Técnicas de Valoración de los Costos de Producción

Dependiendo de las condiciones administrativas y la objetividad de determinado negocio se puede aplicar las técnicas de valoración, las mismas que se dividen en:

2.5.2.1. Costos Reales

Consideran todos los gastos, sin una base comparativa, se utiliza solo en el caso de que no exista normativa.

2.5.2.2. Costos Predeterminados

Se determinan antes de la producción, y se determinan con que base ya sea de costos estimados o de costos estándar.

2.5.2.3. Costos Estimados

Indica lo que puede llegar a costar un producto, sin contar con bases, sirve como base para la valoración del total del producto.

2.5.2.4. Costos Estándar

Se basa en técnicas rigurosas tanto en la metodología como en la organización, así como cálculos con gran exactitud y confiabilidad, este cálculo es tan preciso, que, ni a nivel nacional son tan implacables.

2.5.3. Análisis del Costo

2.5.3.1. Análisis por Áreas de Responsabilidad

Se basa en la determinación del comportamiento de los gastos y las diferencia de los mismos, identificando donde se producen e identificándolos de manera adecuada, y donde se produzcan gastos innecesarios solucionar. Este análisis debe enfocarse a gastos que se puedan controlar, para una vez identificada el área poder llegar a la eficiencia que se tiene prevista. La falta de efectividad puede darse por desperdicios en el producto tanto como en salarios, o una mano de obra deficiente, etc.

2.5.3.2. Análisis de las Variaciones de Costos Unitarios

Se determina el costo del producto, tanto directos como indirectos, independientemente del proceso o procesos a los que sea sometido, se evaluó el costo total contra el costo previsto, si el costo es mayor se valoran los procesos.

2.5.3.3. Análisis de las Variaciones

Se realiza un minucioso análisis de los costos unitarios desde el punto de vista del comportamiento o utilización de recursos. Se puede evaluar tanto el volumen de

producción como la inversión que implica, que son los que inciden en el costo total de la producción.

2.6. ANUALIDADES

Una cantidad de dinero en cierto punto del tiempo tiene un valor ya sea presente o futuro. Para que un valor a tiempo presente se realiza los cálculos a una fecha anterior. Para tener un valor a tiempo futuro los cálculos se hacen cuando el monto este en un una fecha posterior.

Una forma de calcular los factores básicos para la determinación de valores equivalentes es por medio de las anualidades, estas sirven para transformar una serie de pagos a una sola futura o presente, o pagos aislados a pagos en el presente o futuro.

En el libro Ingeniería Económica de Jame L. Riggs se tiene siete tipos de factores de interés básico, en la Tabla 1, se muestran los factores y los valores a los que están asociados.

Factor	Para encontrar	Conociendo	Símbolo
Cantidad compuesta	Valor Futuro (F)	Cantidad Presente (P)	(F/P, i%, N)
Valor presente	Valor Presente (P)	Cantidad Futura (F)	(P/P, i%, N)
Fondo de amortización	Importes de Anualidad (C)	Cantidad Futura (F)	(C/F, i%, N)
Cantidad compuesta en serie	Valor Futuro (F)	Importes de Anualidad (C)	(F/C, i%, N)
Recuperación de capital	Importes de Anualidad (C)	Cantidad Presente (P)	(C/P, i%, N)
Valor presente en serie	Valor Presente (P)	Importes de Anualidad (C)	(P/C, i%, N)
Conversión al gradiente aritmético	Importes de Anualidad (C)	Aumento uniforme en la cantidad (G)	(C/G, i%, N)

Tabla 1. Factores, valores asociados y simbología

Fuente: Libro Ingeniería Económica de Jame L. Riggs

2.2.1. Factor de Cantidad Compuesta

Es el valor que tendrá un cantidad presente, con un interés fijo “i”, en un numero de periodos “N”:

$$\begin{aligned}
 F1 &= P(1 + i) \\
 F2 &= P(1 + i)^2 \\
 F_N &= P(1 + i)^N
 \end{aligned}$$

2.2.2. Factor de Valor Presente

Es el valor presente de una cantidad futura en “N” periodos a un interés fijo “i”.

$$P = \frac{F}{(1+i)^N}$$

2.2.3. Factor de Fondo de Amortización

Es un valor fijo que se paga, a fin de acular una cantidad determinada al final de un periodo “N”, con un interés fijo “i”. Cada pago periódico genera un valor con el interés, para aportar al valor final.

$$C = F \frac{i}{(1+i)^N - 1}$$

2.2.4. Factor de la Serie de Cantidad Compuesta

Es el valor que tendrá si se realiza un pago periódico “N” constante, con un interés fijo “i”.

$$F = C \frac{(1+i)^N - 1}{i}$$

2.2.5. Factor de Recuperación de Capital

Con el objetivo de determinar una anualidad para satisfacer un monto presente, conociendo el interés “i” y periodo “N”.

$$C = P \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

2.2.6. Factor de Series de Valor Presente

Es el valor presente generado por una serie de pagos uniformes con un interés “i” y periodo “N”.

$$P = C \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$$

2.2.7. Factor de Conversión de Gradiente Aritmético

Sirve para hallar el valor presente, teniendo “N” pagos a una tasa determinada “i”, que crecen de manera constante llamada Gradiente “G”, sobre un monto fijo.

$$P = \left(\frac{P}{C}, i\%, N \right) + \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} - N \right] \left[\frac{1}{(1+i)^N} \right]$$

CAPÍTULO 3

3. Materiales y Métodos

3.1. INTRODUCCIÓN

Para el presente estudio se consideraran diferentes longitudes de vertederos, de donde se obtendrán los costos de su construcción. Cuando se producen crecidas en los embalses sube la cota de inundación en función del tiempo en el que desaloja el volumen de agua adicional, está directamente vinculado a la longitud del vertedero, a este nivel de agua se lo denomina bordo libre, el cual provoca una área de inundación adicional al que se tiene con el funcionamiento normal de la presa. Las áreas que se ven afectadas significa un costo tanto de las tierras como de la producción que estas generan, de esta manera se obtiene el costo que significa inundar determinada área, por medio del método de lucro cesante. Se obtendrá la longitud óptima para el proyecto, la que signifique el menor costo comparando el costo de construcción frente al costo de las tierras.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO

El proyecto Plan de Aprovechamiento y Control de Agua de la Provincia de Los Ríos denominada PACALORI, abarca en gran parte la provincia de Los Ríos y una pequeña parte de la provincia del Guayas, la extensión total del proyecto para la etapa de factibilidad contempla cerca de las 229013.73 ha., con una topografía diversa desde colinas en la zona noroeste y planicies en el sureste del proyecto, divide en tres zonas: la zona Central a ser servida por el río Quevedo, zona Este a ser servida desde el río Calabí, la zona Oeste a lo largo del río Macul.

El proyecto PACALORI se ha aceptado la etapa de factibilidad, y está iniciando los estudios para los diseños definitivos. En la etapa de factibilidad el proyecto contempla 13 embalses divididos en dos transvases: Trasvase Quevedo-Macul, el cual tiene 7 embalses: Macullillo, Macul2, Macul 1, Mocache, Garzas, Mangas Saibas, La Angostura, y el Trasvase Calabí-Lechugal, que consta de 6 embalses: Chojampe2, Chojampe, Estero Lechugal, Lechugal2, Aguacatal, Pueblo Viejo; los mismos que en la estación de invierno ayudaran a laminar las crecidas y almacenar agua para la época seca. En estos 13 embalses se almacenara un volumen de 484.4 hm³, provocando una área de inundación de 16840 ha., a fin de satisfacer con agua de riego a 105739 ha durante las 4 meses de sequía. En el Anexo 1 se muestra un esquema del área del proyecto.

3.2.1. Información Hidrológica

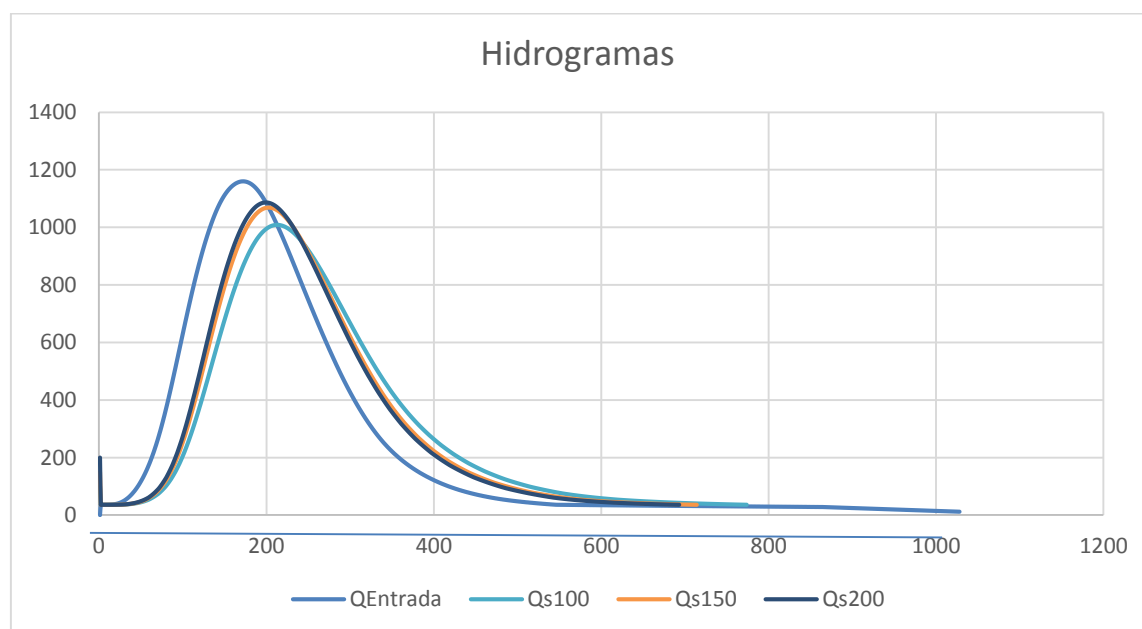
La información hidrológica fue proporcionada por los diferentes estudios que se realizaron en el PROMAS para el proyecto PACALORI, el caudal de entrada es el de máxima crecida (1160,1 m³/s).

La laminación de avenidas permite hallar el volumen de agua a ser evacuado por el vertedero cuando se produce dicha crecidas, con las diferentes longitudes de vertedero propuestas, es decir que el agua que llega en un corto periodo de tiempo sea desalojado en un tiempo relativamente largo para evitar daños aguas debajo de la presa.

El cálculo está fundamentado en el tránsito de crecidas en los embalses. Los estudios realizados en el área del proyecto han permitido obtener los Hidrogramas de Avenida Máxima Probable (AMP) para los diferentes escenarios que dará el proyecto, para el presente estudio se utilizó el hidrograma de Avenida Máxima, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. El vertedero es libre y tiene un coeficiente de desagüe de 2.12.
2. El caudal de descarga en las crecidas será igual a de AMP en todo momento

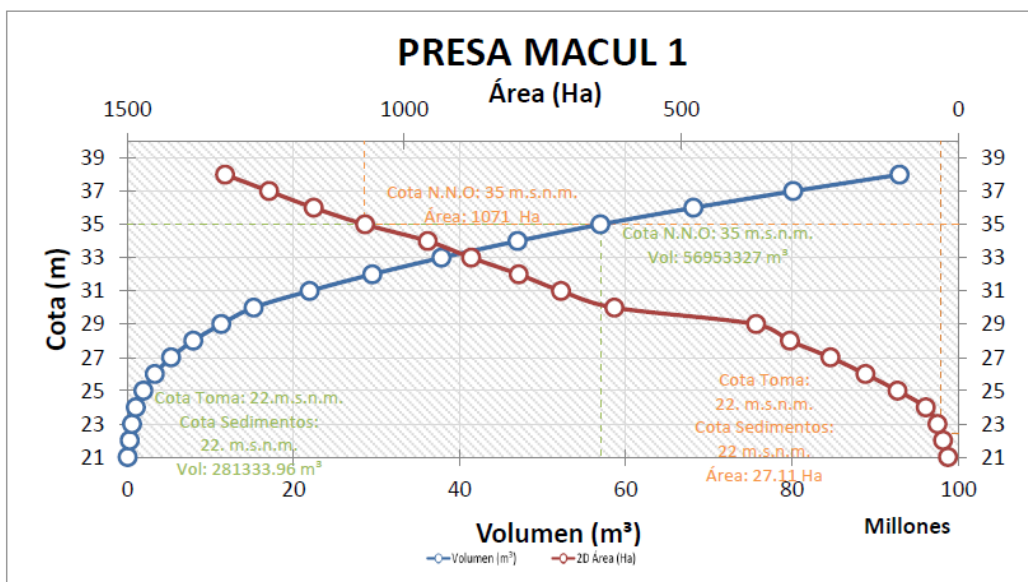
Con estas consideraciones y siguiendo la metodología expuesta en el Capítulo 1 se procedió a graficar los diferentes hidrogramas, con la ayuda de una hoja de cálculo como se indica en el Anexo 2, para cada variación de longitud de vertedero. Los hidrogramas se presentan en la gráfica 1.



Gráfica 1. Hidrograma de Entra e Hidrogramas de Salida

3.2.2. Curvas Cota-Área-Volumen

Es necesario conocer la capacidad de almacenamiento (volumen) que tienen las presas estas se las puede relacionar con las áreas de inundación o con las cotas que generan en el embalse. El estudio se lo realizó con información de escala 1:10000. En la Tabla 2, se encuentra tabulada las los volúmenes y las áreas en función de la cota de altura de agua, y gráfica 2 se muestra el grafico que se genera.



Gráfica 2. Cota-Área-Volumen

Tabla 35 Cota – Área Volumen para la presa Macul 1		
Cota(msnm)	Área (m2)	Volumen (m3)
23	368977.49	586919.63
24	582297.06	1050655.33
25	1093902.51	1932108.57
26	1670039.05	3301562.19
27	2301265.12	5263717.14
28	3033814.91	7935470.40
29	3646317.18	11306361.40
30	6206490.20	15224879.60
31	7169107.47	21939227.80
32	7931888.52	29495644.30
33	8788967.84	37820381.40
34	9573396.84	46988181.00
35	10708478.60	56953326.80
36	11631898.70	68136662.60
37	12436182.60	80157121.10
38	13233575.20	92980481.60

Tabla 2. Cota-Área- Volumen

3.2.3. Presas

Las presas son las estructuras encargadas de embalsar el agua, pueden hacerse de diferentes materiales, para el proyecto se ha planteado presas de tierra, ya que son económicas puesto que el material se tienen en el sitio de la construcción. Las características del embalse Macul 1 se los muestra en la Tabla 3:

Cota de Corona	38 msnm
Vol. De Embalse	570000000 m ³
Altura	21 m
Longitud de Cierre	143,4 m
Talud aguas Arriba (V=1:H)	3 m
Talud aguas Abajo (V=1:H)	2,5 m
Losas Ho	3,1 m
Enrocamiento	2,9 m
Ancho de la corona	8,64
Espesor Ho	0,5
Espesor Impermeable	1,34

Tabla 3. Características de la Presa Macul 1

También se colocara una estructura adicional para protección en los oleajes denomina paramento con las siguientes dimensiones:

Altura = 1,20 m

Espesor = 0,30 m

Longitud = 143,40 m

Volumen = 51,62 m³

3.2.4. Áreas de Indemnización

Las áreas de indemnización serán las que se vean afectadas por la inundación producida debido al embalse, se las puede generar desde el programa ArGis, dependiendo de las cotas que se generen los diferentes anchos de los vertederos.

Para realizar un análisis minucioso de esto sería necesario tener identificados todos los lotes, y realizadas las encuestas necesarias del área afectada, en la etapa de factibilidad no se disponen aún de estos datos, por ello se realizará de forma aproximada, con los datos que se dispone.

Para poder determinar un estimado el costo que significara las indemnizaciones se debe fijar un costo a los predios para ello, se analizará la información disponible.

3.2.4.1. Número de predios

En el Estudio Preliminar sobre Tenencia de Tierras del Proyecto PACALORI, se estima para la presa Macul 1 un total de 225 predios en una superficie total de 9009 Ha. Se puede observar en la Tabla 4 la distribución de los predios en los dos cantones que afecta el embalse.

Nombre del Cantón	Nº de Predios	Superficie Total (Has)	Superficie Afectada (Has)
Palenque	145	7889,69	3001
Balzar y el Empalme	80	1120	400
Total	225	9009,69	3401

Tabla 4. Distribución de predios afectados por el embalse.

En la Tabla 5 se puede observar algunos costos según el tipo de tierra:

AVALUO DE LA TIERRA RURAL SEGÚN VALOR DE MERCADO DE OFERTA-DEMANDA Y POR CLASES DE TIERRAS							
VALOR UNITARIO BASE DE LA TIERRA							
Clase de Tierra	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	Clase VI	Clase VII	Clase VIII
V.U.B. (Ha)	8,95	7,80	6,63	3,70	2,50	1,25	0,70
V.U.B. (m2)	0,895	0,78	0,663	0,37	0,25	0,125	0,07

Tabla 5. Costo de Tierras por la clase

Fuente: Proyecto Minas Jubones

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2014

Para el análisis de costo sobre las edificaciones se cuenta con la Tabla 6:

Tipo	1 (Invernad.)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nombre Genérico	Mad/Plástico/Plástico	Mad-Caña/Caña Mad/Paj- Palm	Mad-Caña/Caña Mad/Asb-Zn	Mad/Mad/Teja	Nt-Mad/Adob-Bar/Zn. F Cem	Nt-Mad/Adob-Bar/Teja	Mad-Nt/Lad-Blo/Zn. F Cem	Mad/ Lad-Blo/ Teja	H.A-Hierro/Lad-Blo/Asb-Zn	H.A-Hierro/Lad-Blo/Teja	H.A-Hierro/Lad-Blo/H.A.	Nave Industrial Tipo (1)	Nave Industrial Tipo 2 (1)	Nave Industrial Tipo 3 (1)	En construcción
Calidad Gen.	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo-Medio	Bajo-Medio	Medio-Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio	Alto	Especial	Especial	Especial	No Tiene
Valor unitario básico (\$/m2)	18	28	34	78	187	217	232	260	290	313	385	142	220	405	0

Tabla 6. Costo de las edificaciones por material

Fuente: Proyecto Minas Jubones

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2014

3.2.5. Producción

Para realizar un análisis de costo de producción es necesario identificar el mercado en el que se desenvuelve, los productos de la zona, el costo y producción, en este caso el mercado es a nivel nacional y local.

3.2.5.1. Tipos de Productos y Cantidades

Deben ser identificados los tipos de sembríos de la zona y la producción de cada uno de ellos, estos datos se los puede obtener por medio de encuestas minuciosas y análisis de mercado. Al no disponer de esta información, se ha realizado tomas de las zonas afectadas y recolectado información de talleres, lo cual ha dado como resultado que los productos en la zona afectada y su aporte a la producción total de la zona son los que se muestran en la Tabla 7:

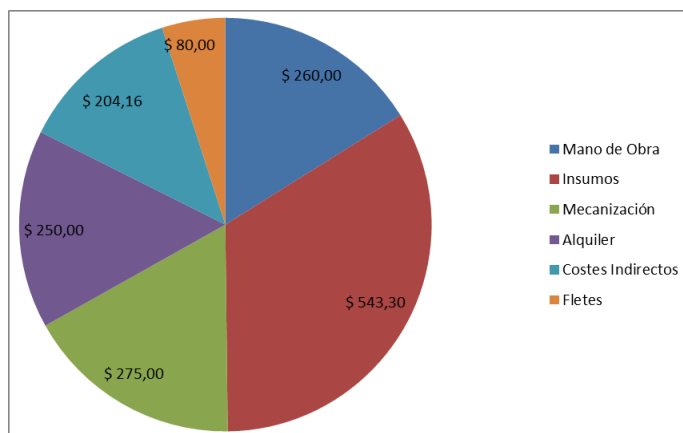
Producto	%
Arroz	0,48
Banano 1 año	1,82
Cacao (En Producción)	21,73
Maíz	39,20
Mango (Promedio 10 años)	0,74
Palma Africana(promedio 6 años)	2,66
Pasto Cultivado	15,88
Pasto Cultivado con presencia de Arboles	0,61
Teca (20 años)	4,87
Piña	0,10
Maracuyá	0,05
Resto de cultivos	7,15
Cobertura no uso cultivos	4,70
Total	100,00

Tabla 7. Productos de la zona afectada y porcentaje de producción

3.2.5.2. Inversión

Para comenzar una actividad comercial, se requiere realizar una inversión inicial para luego poder obtener el producto y sus ganancias. Las consideraciones que se hicieron para obtener el costo de inversión de la producción son las siguientes: costo de preparación de la tierra, los insumos son todo producto que el agricultor adquiere para la producción de los cultivos y poscosecha, el costo de alquiler de maquinaria es de 250 \$ por ciclo, los costos indirectos corresponderían a seguros (5%), financiero (6%) y administrativo (3 %). Sin considerar el costo de procesamiento, costo de agua de riego, ni margen de utilidad. En la Gráfica 3, se

muestra cada una de las inversiones que se realizan y el monto para la producción del Maíz, como ejemplo.



Gráfica 3. Costos desglosados del maíz duro seco semimecanizado

Fuente: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013

Se dispone de estos datos para algunos de los productos como se puede observar detallado en el Anexo 3.

Los costos de producción por cada hectárea se tienen en la Tabla 8, donde también está el rendimiento en Kilogramos de cada producto.

Producto	Costo \$/ha	Rendimiento Kg/ha
Arroz	991	4000
Banano 1 año	5722	25000
Cacao (En Producción)	368	967
Maíz	932	8000
Mango (Promedio 10 años)	2700	12000
Palma Africana(promedio 6 años)	1100	12000
Pasto Cultivado	700	15000
Pasto Cultivado con presencia de Arboles	600	12000
Teca (20 años)	354	19500
Piña	2000	8000
Maracuyá	1100	7500
Resto de cultivos	1000	4000

Tabla 8.Producción y rendimiento de los productos en la zona del proyecto

3.2.5.3. Costo del Producto

Para obtener datos sobre el precio de los productos se ha recurrido a varias fuentes de información tales como e SINAGAP, INAGAP, encuestas a agricultores, talleres, artículos, entre otros, considerando los casos más desfavorables. Se obtuvieron los precios de la Tabla 9:

Producto	Precio \$/kg
Arroz	0,32
Banano 1 año	0,31
Cacao (En Producción)	1,80
Maíz	0,32
Mango (Promedio 10 años)	0,40
Palma Africana(promedio 6 años)	0,19
Pasto Cultivado	0,07
Pasto Cultivado con presencia de Arboles	0,07
Teca (20 años)	0,55
Piña	0,43
Maracuyá	0,36
Resto de cultivos	0,50

Tabla 9. Costo del producto por kilogramo

3.2.5.4. Beneficios

El beneficio de la producción se lo puede obtener al restar el costo de la producción del costo de inversión de cada producto. Lo cual se muestra en la Tabla 10.

COBERTURA	Beneficios unitarios \$/ha/año
Arroz	289,12
Banano 1 año	2027,67
Cacao (En Producción)	1371,9622
Maíz	1628,3
Mango (Promedio 10 años)	2100
Palma Africana(promedio 6 años)	1180
Pasto Cultivado	350
Pasto Cultivado con presencia de Arboles	240
Teca (20 años)	518,55
Piña	1440
Maracuyá	1600
Resto de cultivos	1000

Tabla 10. Beneficios percibidos por cada producto

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTEDEROS DE LA PRESA MACUL 1

Los vertederos de la presa Macul 1, tienen las siguientes características:

- Son dos vertederos de sección rectangular de lámina libre laterales.
- Tiene un paramento aguas arriba de 1.2m y el cimacio tipo Creager con la cota de la cresta a 35msnm.
- El canal colector es de sección trapecial con taludes 1H: 2V, el fondo que varía de 6 a 12m.
- La sección de control del canal colector es en un escalón de 1.5m de altura ubicado inmediatamente acaba el canal colector.
- Tiene dos rápidas, la primera agua abajo de la sección de control con pendiente ligeramente superior a la crítica, la segunda rápida tiene mayor pendiente, hasta empatarse con el cuenco, se la determina en la topografía.
- La primera rápida se extiende 10m con sección trapezoidal, luego se coloca una transición de 20m para tener un canal de sección rectangular.
- La sección rectangular tiene un ancho igual al ancho del fondo de la sección de control.

Para realizar el análisis se han considerado 5 diferentes longitudes de vertederos, cuyas características se muestran en la Tabla 11 y cuyos gráficos se muestran en el Anexo 4:

Long. de Vert. (m)	Caudal (m ³ /s)	Ho (m)	Q (m ³ /s/m)	Cd
32	728,914	4,869	22,7786	2,17
48	841,403	4,089	17,5292	2,18
74	946,561	3,375	12,7914	2,05
100	1008,16	2,828	10,0816	2,07
150	1069,13	2,244	7,12755	2,10
200	1099,32	1,887	5,49659	2,11

Tabla 11. Características de los vertederos para el análisis técnico- económico

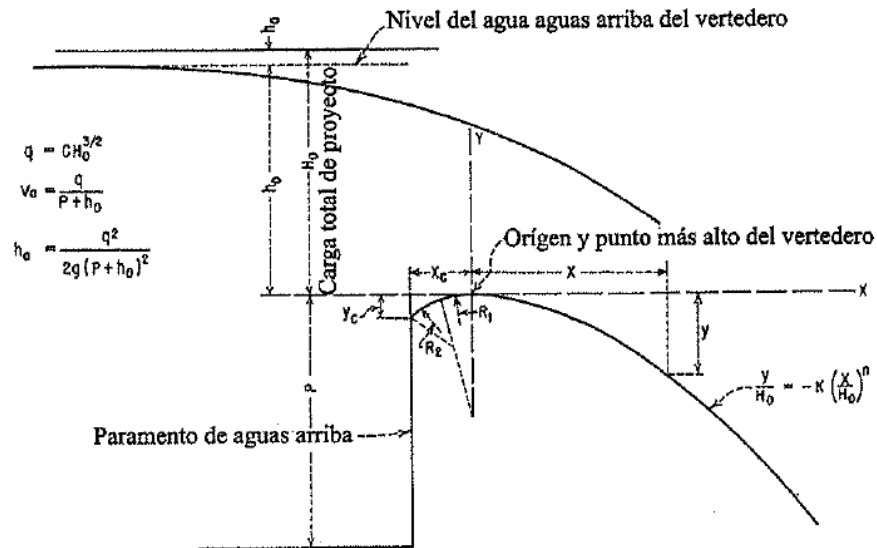
Para el diseño de los vertederos se siguió los siguientes pasos:

1. Se diseña el cimacio del vertedero, para esta presa el tipo Creager.
2. Diseño de canal colector
3. Diseño de la transición

3.3.1. Diseño del Cimacio

Para el vertedero de la presa Macul 1 se consideró un vertedero con perfil tipo Creager, se lo muestra en la Figura 6, para el diseño se tienen que seguir los siguientes pasos:

Figura 6. Esquema del Perfil Creager



Fuente: (Bureau of Reclamation, 2007)

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2014

- Definir la altura del paramento
- Calcular la velocidad de aproximación "Va" y la altura que provoca "ha"
- Se realiza una corrección de la carga de agua "Ho", para definir "ho".
- Mediante la utilización de las Figuras 7,8 y 9, se determinan los coeficientes "k", "n", "Xc", "Yc", "R1" y "R2"
- La parte inferior de la cresta viene dada por la expresión

$$\frac{y}{H_o} = -k\left(\frac{x}{H_o}\right)^n$$

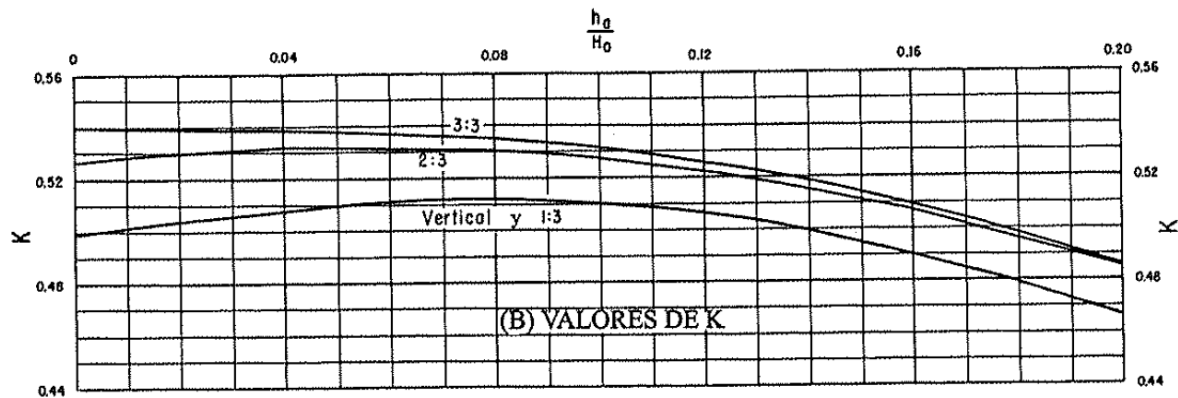


Figura 7. Esquema para determinar el coeficiente "K"

Fuente: (Bureau of Reclamation, 2007)

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2014

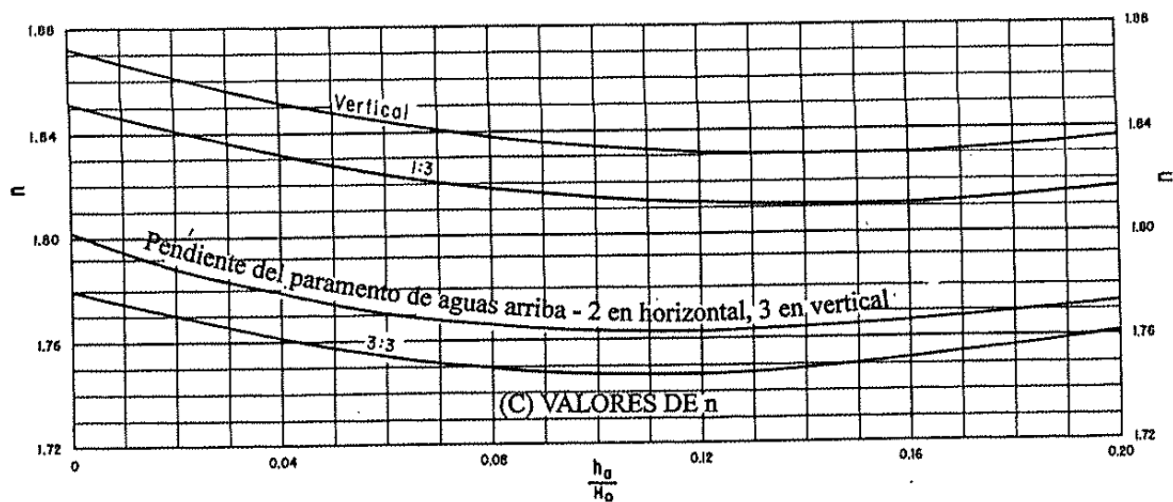


Figura 8. Esquema para determinar el coeficiente "n"

Fuente: (Bureau of Reclamation, 2007)

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2014

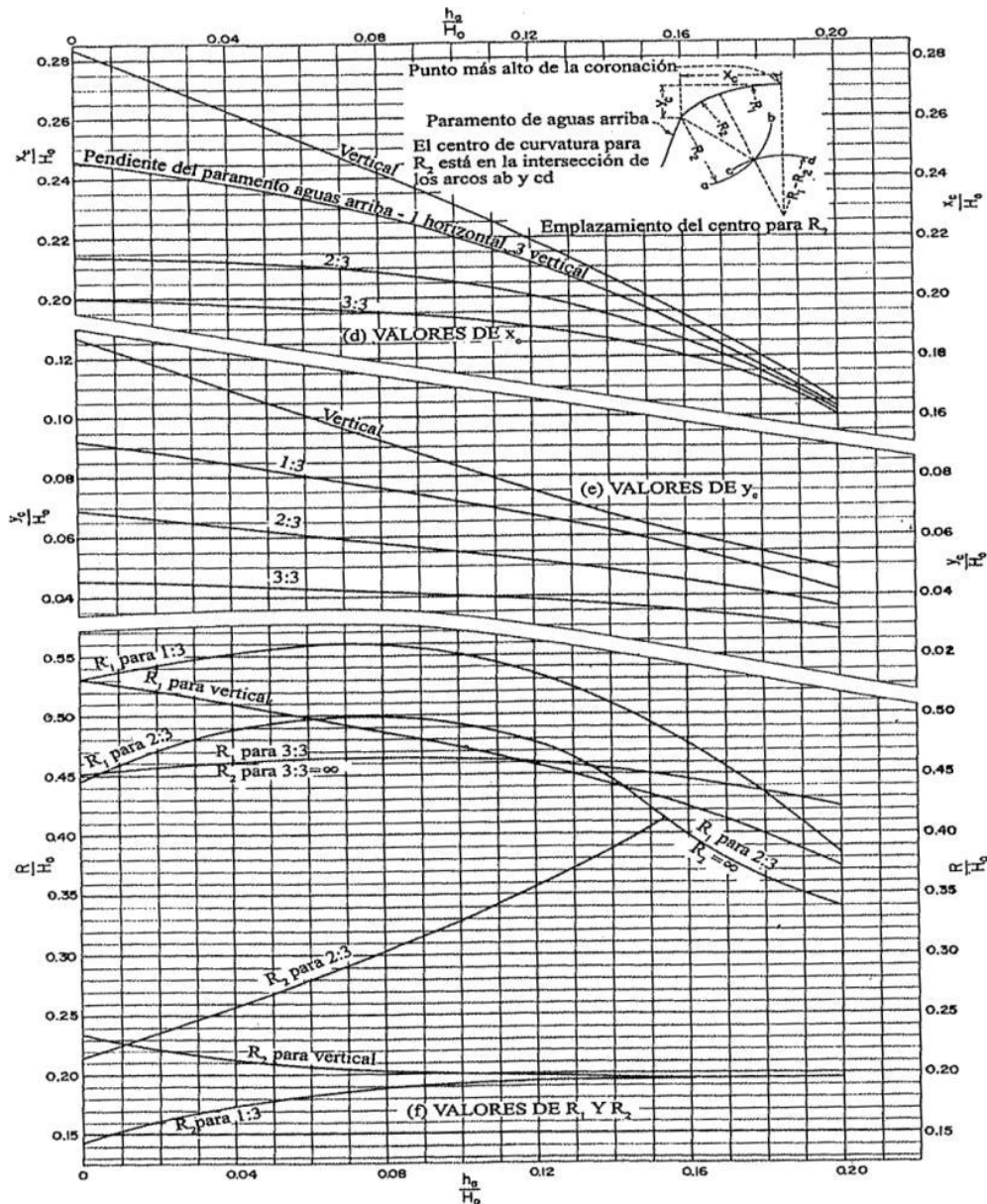


Figura 9. Esquema para determinar los coeficientes "Xc", "Yc", "R1" y "R2"

Fuente: (Bureau of Reclamation, 2007)

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2014

3.3.2. Diseño del canal colector

Para el diseño del canal colector se procede de la siguiente manera:

- Establecer la geometría y pendiente del canal.
- Identificación de la sección de control.
- Calculo del perfil de agua en el canal colector.
- Configuración del canal para que los calados calculados no resulten muy grandes.

3.3.3. Diseño de la Transición.

Para el diseño de la transición, se mantuvieron algunos parámetros constantes.

- Determinar el tipo de transición que se requiere, transición parabólica.
- Verificar la longitud de la transición, se igual o mayor a la calculada.
- Realizar una hoja de cálculo donde se determina el perfil de la transición.

3.3.4. Diseño de las Rápidas

Para el diseño de las rápidas se necesita de la herramienta de Auto Cad.

- La primera rápida tendrá una pendiente un poco menor a la crítica, 5%.
- Emplazarlos vertederos.
- Sacar el perfil del terreno en el que se emplazaran las rápidas.
- Trazar la primera rápida, sin que esta supere la altura del terreno, y luego bajar con una pendiente hasta llegar al nivel del río, esta se puede modificar hasta tener la más conveniente, de aquí se obtiene la pendiente de la segunda rápida.

Una vez con todos los componentes de los vertederos se los emplaza en el terreno.

3.4. ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

El análisis técnico- económico es importante para optimizar los recursos del proyecto, para poder realizarlo es necesario identificar cada uno de los factores que intervienen en dicho análisis y agruparlos según su tipo, costos de construcción y los costos de beneficios no percibidos.

3.4.1. Costos Constructivos

Dentro de los costos constructivos de los vertederos se tiene:

- 1.- Costo de la estructura del vertedero.
- 2.- Costo del Paramento.
- 3.- Costo de Delta de Presa.

a) Costo de la estructura del Vertedero.- para determinar el costo total que representa la construcción del vertedero se considera los siguientes rubros:

1. Replanteo y nivelación lineal (Km).- Este rubro se refiere al costo del levantamiento topográfico del área de terreno en el que se emplazara el vertedero, se mide linealmente, y es igual a la longitud total del vertedero.
2. Excavación sin clasificar (inc. desalojo) (m^3).- Se refiere a la cantidad de material que se necesita excavar para poder emplazar el vertedero en el terreno, sin distinción de material, y el desalojado del mismo de la zona del proyecto. Se lo puede obtener del programa Auto Cad Civil 3D ver en el Anexo 5.

3. Relleno de grava (m^3). - Es el relleno de la Base del vertedero, que se lo representa como el 40 % de la excavación para emplazarlo.
4. Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm² (Incluye encofrado) (m^3). - Es el rubro de la cantidad de hormigón que se empleara en la construcción del vertedero, se lo puede calcular con las secciones por el espesor que tiene las losas.
5. Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² (kg). - Es el acero a utilizar en la construcción de losas para obtener hormigón armado, más resistente, la cantidad de acero se lo calcula por medio de la cuantía, para el proyecto se ha considerado una cuantía de 1000.
6. Encofrado Curvo, y desencofrado (m^2). - Es la cantidad de material que se utiliza para poder tener las superficies curvas con el hormigón, incluido la mano de obra de encofrado y desencofrado. Se determina por las secciones, o como porcentaje del encofrado recto.
7. Encofrado Recto, y desencofrado (m^2). - Es la cantidad de material que se utiliza para poder tener las superficies rectas con el hormigón, incluido la mano de obra de encofrado y desencofrado. Se lo calcula con las secciones.
8. Acarreo de materiales (m^3 -Km). - Es el costo del traslado de materiales, hacia y desde el lugar de la obra, como material de excavación, material para relleno considerando su expansión, por la longitud que tiene que ser trasladada, se considera para este caso 5km.

Mediante una hoja de Excel se determinó el costo de los vertederos, para cada longitud establecida, en la Tabla 12 se observa un ejemplo del vertedero de 16m, longitud total 32, en Anexos 6 se puede ver el desarrollo para cada longitud.

Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Replanteo y nivelación lineal	Km	0,24	41,59	9,86
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	m3	41339,00	11,85	489867,15
Relleno de grava	m3	16535,60	28,30	467957,48
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	m3	1074,00	383,41	411782,34
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	107400,00	2,89	310386,00
Encofrado Curvo, y desencofrado	m2	566,13	40,67	23024,51
Encofrado Recto, y desencofrado	m2	1887,10	54,42	102695,98
Acarreo de materiales	m3-km	568583,98	0,28	159203,51
			Total	1964926,83

Tabla 12. Determinación del Costo del vertedero de 32m

En la Tabla 13 se muestra el costo de total de vertedero para cada longitud de vertedero propuesto.

Longitud del Vvertedero	Precio Total
32	1964926,83
48	2104377,14
72	2468029,42
100	2792832,18
150	3010004,98
200	3186857,07

Tabla 13.Costos de vertedero para cada longitud establecida

b) Costo del Paramento.- Esta estructura sirve para evitar que el agua alcance la superficie de la presa, si se produce un fuerte oleaje en el embalse, ya que en la superficie de la presa se contara con una vía, los costos que intervienen en este son:

1. Hormigón.- La estructura está conformada por principalmente por hormigón armado, la cantidad de hormigón se la obtiene la geometría del paramento.
2. Acero.- Como la estructura es de hormigón armado es necesario el acero, se realizara el cálculo con la misma cuantía que del vertedero de 1000.

El costo de esta estructura se la determina en la Tabla 14.

Costo Ho	19793,1578
Costo Acero	14919,336
Total	34712,4938

Tabla 14. Costo del paramento

c) Costo de la Presa.- Cada ancho de vertedero, provoca un calado de aguas arriba cuando se producen las crecidas, lo cual afecta la estructura; se mantiene constante la cota de corona de la presa para las diferentes longitudes de vertederos en algunos casos se producirán desbordamientos, por ello es que para dichas longitudes se ha calculado un costo de presa adicional para evitar el desbordamiento.

Para obtener los costos de las presas se realizó un análisis con diferentes alturas de presas, tomando como referencia la presa considerada en la etapa de factibilidad. Los rubros se muestran en la Tabla 15:

RUBRO	COSTO
Protección de paramento de aguas arriba - hormigón PM con transición de material filtrante.	573.91
Material para cuerpo de presa (suelo compactado).	16.69
Material para drenaje.	20.51
Protección con vegetación.	6.80

Tabla 15. Rubros de Presas

Las cantidades de obra correspondiente a cada uno de los rubros se los determino con la ayuda de una hoja de Excel, con referencia a las características geométricas de la presa mostrada en la Tabla 3, obteniendo los costos de la Tabla 16, en el Anexo 7 se muestra el desarrollo:

Long. Verted.	Cota Corona	Altura	Costo Mat. Cuerpo Presa	Costo Prot. Paramento	Costo Mat. Drenaje	Costo Vegetación	Total Costo
32	41,16	24,16	4341368,81	3143835,96	128190,41	42500,96	7655896,15
48	40,38	23,38	4081182,18	3042337,95	124051,81	41128,83	7288700,78
72	39,67	22,67	3851308,42	2949948,73	120284,63	39879,83	6961421,62
100	39,11	22,11	3674680,44	2877078,36	117313,33	38894,72	6178750,85

Tabla 16. Costo de las presas para diferentes alturas

Como se mencionó anteriormente solo se tomara el costo adicional de la estructura, para las presas que lo requieran, estas diferencias de costos se muestran en la Tabla 17:

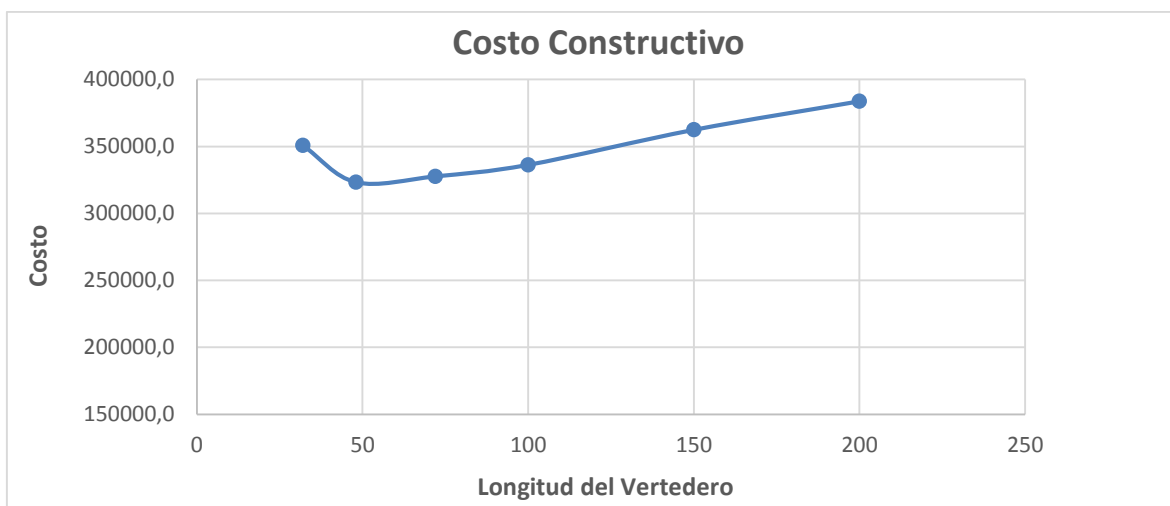
Long. Vert. (m)	Delta Costo (\$)
32	947929,305
48	580733,931
75	253454,77

Tabla 17. Costo adicional por presas

Una vez identificados todos los costos se los suma y se convierte en anualidades para el periodo de diseño, 50 año, a un interés del 12%, lo que da como resultado para cada longitud de vertedero los siguientes valores ver la Tabla 18, en la Gráfica, se puede observar la tendencia de estos costos.

Long. Vertedero	Costo Constructivo	Anualidades	Costo de Construcción Total
32	2079073,3	0,1204	350756,4
48	2174307,2	0,1204	323332,1
72	2498549,6	0,1204	327712,0
100	2792832,2	0,1204	336303,5
150	3010004,9	0,1204	362454,8
200	3186857,1	0,1204	383750,7

Tabla 18. Costo total de vertedero anualizado



Gráfica 4. Tendencia de costos constructivos

3.4.2. Beneficios no percibidos o Lucro cesante

Dentro de los beneficios que no van a ser percibidos o lucro cesante se tiene:

- a) Costo de la Tierra o indemnización
- b) Costo de Producción

a) Costo de Tierra o Indemnización.- El terreno se considera como un beneficio, puesto que el precio de este suele incrementarse, más aun con un proyecto de esta magnitud, y este beneficio es el que deja de percibir su propietario.

Las áreas que se ven afectadas por el proyecto serán indemnizadas, fuera del área que se inunda al nivel normal de operación del embalse, se tiene que tomar en cuenta las áreas que se ven afectas cuando se producen las crecidas, estas áreas adicionales de inundación se las puede determinar mediante la curva Cota-Área – Volumen.

El costo de estas tierras no se los puede determinar de manera exacta, por lo que se ha optado por un costo medio para los predios a ser afectados de 0,35 ctvs por m². En la Tabla 19 se muestran el costo total de cada área generada por las crecidas.

Longitud Vertedero (m)	N.A.M	Área (m ²)	Diferencia Área (m ²)	Costo Unitario (\$)	Costo Final (\$)
32	39,869	14723902,03	4015423,43	0,35	3386497,47
48	39,089	14101935,78	3393457,18	0,35	3243445,23
72	38,375	13532597,44	2824118,84	0,35	3112497,41
100	37,828	13096423,67	2387945,07	0,35	3012177,44
150	37,244	12630746,38	1922267,77	0,35	2905071,67
200	36,887	12345298,49	1636819,893	0,35	2839418,65

Tabla 19. Costos de Áreas Afectadas

b) Costo de Producción. - La mayoría de las personas que viven en la zona se dedica a la actividad agrícola, son herencias, es a lo que se han dedicado toda su vida, al retirarles su tierra también se las está dejando sin su fuente de ingreso, es por ello se lo tiene que tomar en cuenta al momento de realizar las obras, de afectar lo menos posible, ya que es fuente de ingreso. En la Tabla 20, se ve las áreas inundadas, las que se dejaran de cultivar y costo de producción que esto representa, tomando el valor de 1145,5 \$/m² para todas las áreas.

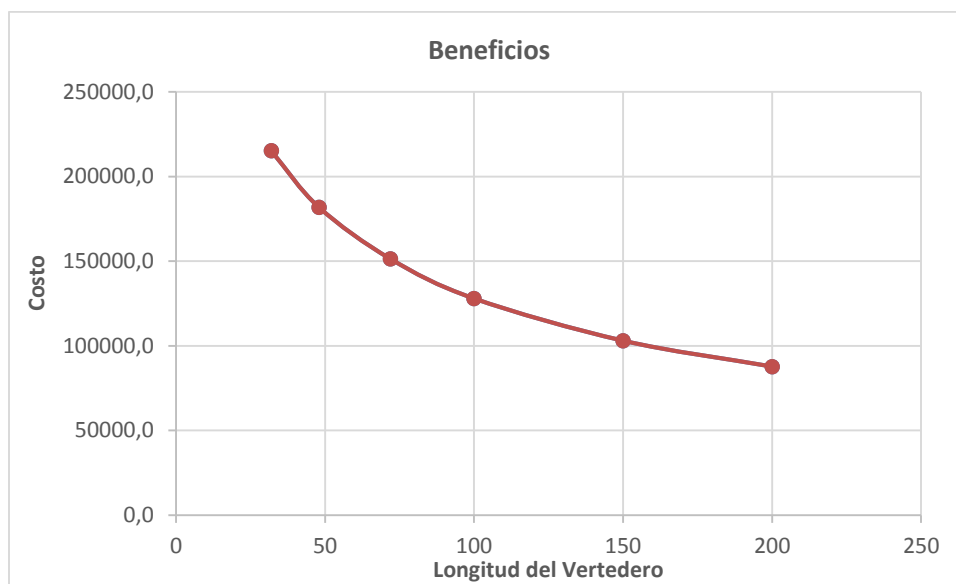
Longitud Vertedero (m)	N.A.M	Dif. Área (m ²)	Costo Promedio (\$)	Costo Final (\$)
32	39,869	4015423,437	1145,5	45995,3
48	39,089	3393457,184	1145,5	38870,9
72	38,375	2824118,845	1145,5	32349,3
100	37,828	2387945,075	1145,5	27353,1
150	37,244	1922267,778	1145,5	22018,9
200	36,887	1636819,893	1145,5	18749,2

Tabla 20. Costo de Producción en función de las áreas de inundación

Con los costos ya determinados se suma, teniendo en cuenta que los beneficios de la producción se percibe por años, mientras que las indemnizaciones se tiene que pasar a anualidades como se puede ver en la Tabla 21, en la Grafica 5 se observa la tendencia de estos costos.

Longitud Vertedero	Anualidades	Costo de Indemnización	Costo Indemnización Anualizado	Costo de Beneficios	Costo Total
32	0,1204	45995,3	1405398,2	45995,3	215228,7
48	0,1204	38870,9	1187710,0	38870,9	181891,0
72	0,1204	32349,3	988441,6	32349,3	151374,2
100	0,1204	27353,1	835780,8	27353,1	127995,1
150	0,1204	22018,9	672793,7	22018,9	103034,5
200	0,1204	18749,2	572887,0	18749,2	87734,4

Tabla 21. Costo total de beneficios no percibidos



Gráfica 5. Tendencia de los Costos de Beneficios no percibidos

CAPÍTULO 4

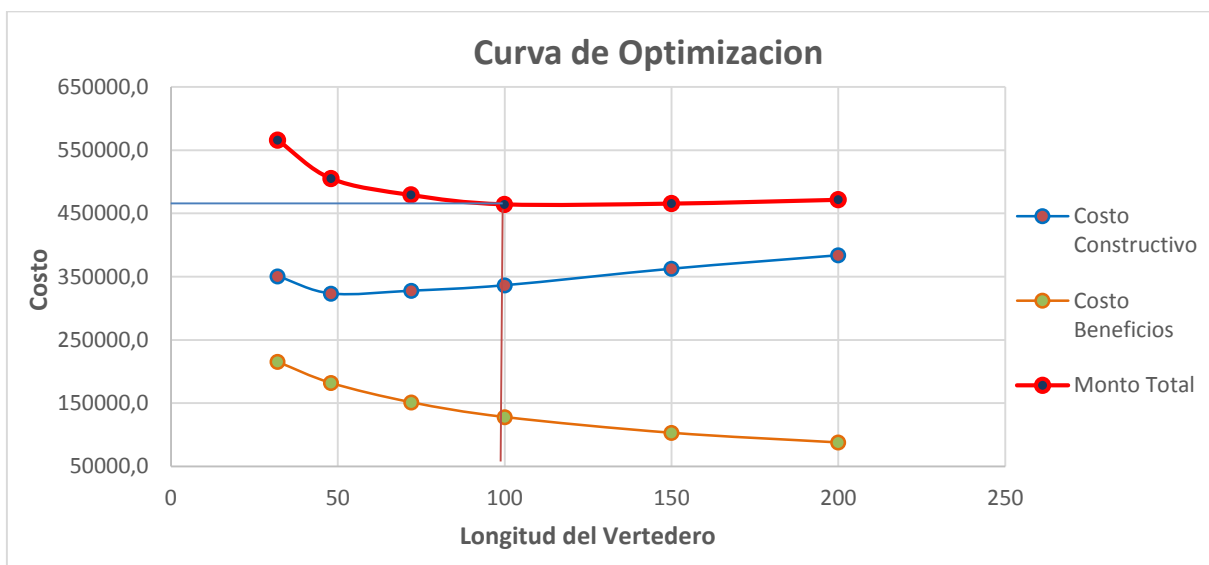
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del Sistema para la optimización

Al tener identificados los costos se los suma y se obtiene los costos totales ver Tabla 22, de esta manera se puede definir cuál es la longitud optima del vertedero, la tendencia de costos se los puede observar de manera clara en la Grafica 6.

Longitud Vertedero	Costo Constructivo	Costo Beneficios	Monto Total
32	350756,4	215228,7	565985,1
48	323332,1	181891,0	505223,1
72	327712,0	151374,2	479086,2
100	336303,5	127995,1	464298,6
150	362454,8	103034,5	465489,3
200	383750,7	87734,4	471485,1

Tabla 22. Optimización de Vertedero



Gráfica 6. Optimización de Vertedero

El análisis técnico- económico se puede observar los costos para cada longitud de vertedero, y la que representa el menor monto es decir el de la longitud óptima de vertedero para el embalse Macul 1 es de 100 mts, la Tabla 22.

Con los costos por estructura adicional de los vertederos de 32, 48, y 72 mts, sin esta estructura adicional el embalse se desbordaría por la corona de la presa, y se tendrían los costos se muestran en la Tabla 23.

Longitud Vertedero	Monto Total
32	444166,8
48	428739,2
72	444878,7
100	464157,8
150	468423,5
200	476742,8

Tabla 23. Costo del vertedero sin estructura adicional

Cuya longitud óptima sería la del vertedero de 48 mts de longitud.

Construcción del vertedero

En promedio el porcentaje en el que influye cada rubro en el costo final del vertedero se puede observar en la Tabla 24. La tabla detalla de los porcentajes de influencia de los rubros se presenta en el Anexo 8.

Rubro	Porcentaje (%)
Replanteo y nivelación lineal	0,0005
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	28,5559
Relleno de grava	27,2788
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	18,2780
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	13,7772
Encofrado Curvo, y desencofrado	1,1983
Encofrado Recto, y desencofrado	5,3447
Acarreo de materiales	5,5666

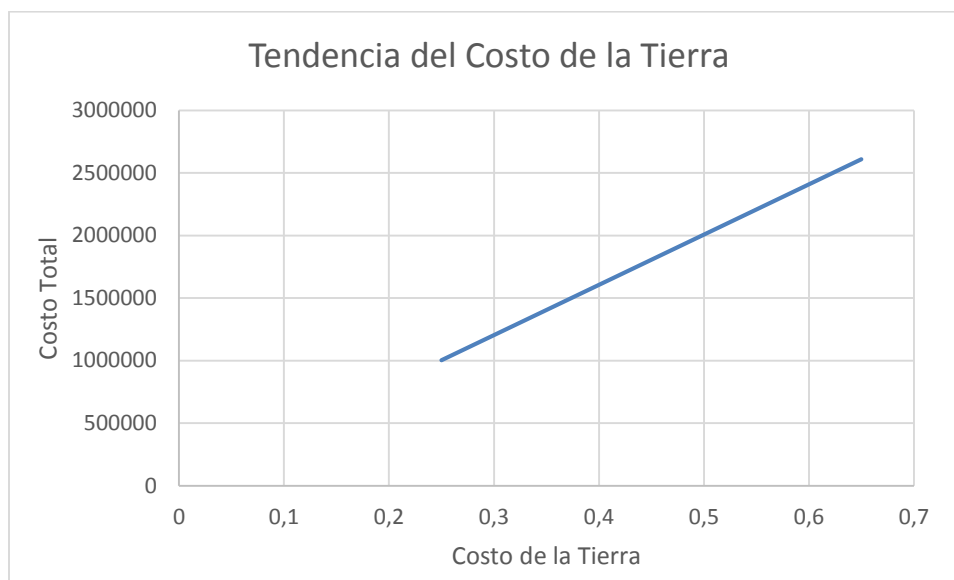
Tabla 24. Promedio de porcentaje de influencia de los rubros en el costo total

Lo que se puede observar es que los montos que dominan la inversión total son la excavación y la de relleno de grava. Como la segunda está en función de la primera al disminuir este rubro el monto total disminuirá.

Al analizar el porcentaje de incidencia de cada rubro en la construcción para cada longitud de vertedero, se pudo observar que a medida que aumentaba la longitud la incidencia de los rubros que dominaban disminuía, aunque en poca cantidad.

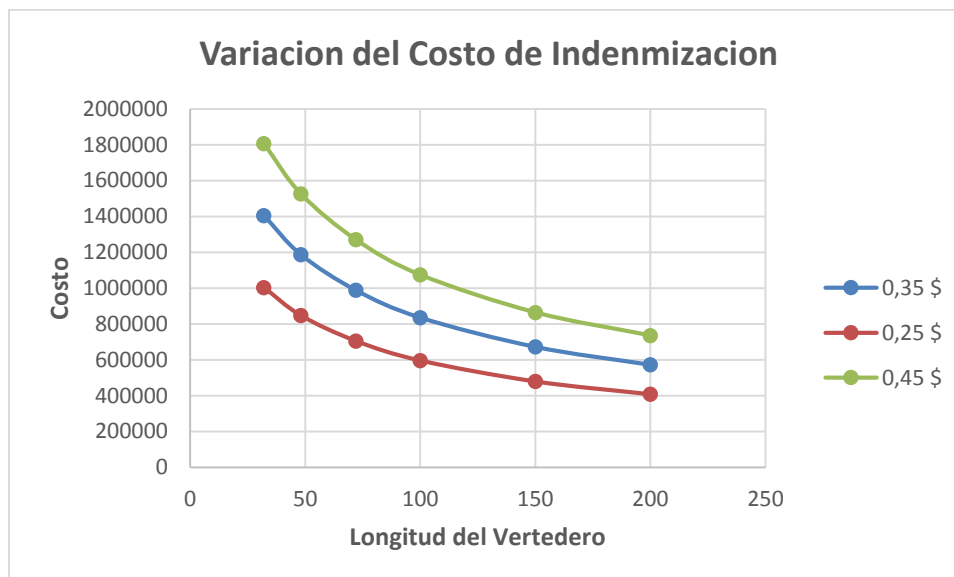
Costo de Tierras

El costo de las tierras a ser indemnizadas tiene gran incidencia en la tendencia de la curva de beneficios, lucro cesante, una pequeña variación en el costo de tierras a indemnizar provoca grandes cambios en costo final, se tiene que por cada 0.10ctvs el monto cambia 163.681,9893 usd. para el vertedero de 200mts y de 401542,3437 usd. para el de 32 mts. Como se observa en la Grafica 7, la tendencia del costo de la tierra.



Gráfica 7. Tendencia del Costo de tierras

En la Grafica 8, se observa las cuervas de diferentes costos terrenos, en función de la longitud, las curvas tienen las mismas tendencias pero para algunos valores ya no se pueden comparar con los costos de construcción.



Gráfica 8. Curvas de costo de indemnización con diferentes precios de terreno

Algo similar sucede con el precio del producto, solo que este no es de gran influencia en la curva de Beneficios no percibidos, lucro cesante.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El vertedero más recomendable para la presa Macul 1, es un vertedero rectangular por su fácil construcción, ya que necesita una longitud considerablemente larga, no se puede colocar aguas arriba en el frontis de la presa, por lo cual se recomienda que se coloque un vertedero lateral.
- El hidrograma producido por el embalse de la presa Macul 1, no genera una laminación considerable, sin embargo para el presente caso se han analizado 5 alternativas de laminación, obteniéndose resultados satisfactorios y una reducción significativa de la longitud de vertedero.
- Para poder realizar los cálculos se tiene primero que determinar el bordo libre que produce cada la longitud de vertedero, y verificar que no supere la cota de corona, en el caso de que esto suceda se necesitara de obras adicionales, lo cual no es recomendable, ya que el costo de construcción de presa es mayor que el del vertedero.
- Una vez determinado la longitud de vertedero y el bordo libre, se pueden determinar las áreas de inundación generadas por las crecidas, están son las áreas que serán indemnizadas, y las áreas de producción.
- Se debe realizar encuestas en campo y realizar estudios del mercado para determinar el costo del terreno y los productos, de la zona que va a ser inundada, mientras más exacta sea esta información más precisos serán los resultados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda adoptar un vertedero rectangular de 100 m de longitud para la presa Macul 1.
- El análisis de laminación de crecidas es importante al para optimización del tamaño de vertedero es por ello que se requiere de este análisis para los demás vertederos.
- Dentro de la metodología establecer como condición la determinación a priori del bordo libre, verificando que no supere la cota de corona
- Caso de presentarse alturas que superen el bordo libre se recomienda solucionar este inconveniente con la introducción de obras adicionales, tales el incremento de la altura de la presa, la construcción de una barrera protectora (parapente), diques, etc.
- Determinar las áreas de inundación con referencia a la cota máxima producida por la acción de la crecida en el bordo libre.
- Realizar encuestas en campo actualizadas para determinar el lucro cesante de manera más ajustada a la realidad.



REFERENCIAS

Alejandro Alfredo Herrera Paz, Investigación en un Modelo Hidráulico de la Represa de la Hidroeléctrica Chimay, 93 págs , Universidad de Piura, Piura, 17 de noviembre de 2004.

Bureau of Reclamation, Design of Small Dams, 1048 págs, BELLISCO.

Chow, V.T.; D.R. Maidment & L.W. Mays (1993).- Hidrología Aplicada. McGraw-Hill, 580 págs.

Rafael Heras. 1972. Hidrología de las Crecidas. Madrid –España.

US Army Corps of Engineers, 2007, Afghanistan Engineer District, Water Balance and Regulation Alternative Analysis for Kajakai Reservoir Using Hec-ResSim, 58 págs, Davis, CA ; Diciembre 2007.

Chapra S. C., Canale R.P., Métodos Numéricos para Ingenieros, Mc Graw Hill, 1968.

Kuiper Edward, Water Resources Project Economics, Newnes-Butterworth, July 1971.

Villalobos José Luis, Matemáticas Financieras, Prentice Hall, 2009

Enríquez Quintero Carlos, Orozco González Aderson, Urrutia Cobo Norberto, Optimización del Manejo y la distribución del recurso hídrico mediante técnicas de control de Flujo en el departamento del Valle del Cuacua – Colombia, 2005

James L. Riggs, Ingeniería Económica, Representaciones y servicios de ingeniería S. A., 1983



ANEXOS

[illegible]



Anexo 2. Hidrogramas de Salida

Determinación del Bordo Libre Hd.

Cota Cresta Vertedero	35						
Cota Máxima Inundación	38						
Cota Corona	38						
Caudal salida	Q máx.	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Ancho vertedero	L	32	48	72	100	150	200
Caudal Unitario	q	1,125	0,750	0,500	0,360	0,240	0,180
Coef. Descarga	Cd	2,1	2,1	2,1	2,12	2,12	2,12
Carga vertedero	Hd	0,660	0,503	0,503	0,307	0,234	0,193
Nivel Máximo de Agua	NMA	35,660	35,503	35,503	35,307	35,234	35,193
Altura Seguridad	ΔH	2,340	2,497	2,497	2,693	2,766	2,807
Caudal salida	Q máx.	728,914	841,403	946,561	1008,162	1069,133	1099,317



Determinación del Caudal de Salida

tj	tj+Δt/3	tj+2Δt/3	I (tj)	I (tj+Δt/3)	I (tj+2Δt/3)	Q (Hj)	A (Hj)	Hj + ΔH1/3	Q (Hj + ΔH1/3)	A (Hj + ΔH1/3)	Hj + 2*ΔH2/3	Q (Hj + 2*ΔH2/3)	A (Hj + 2*ΔH2/3)	Hj	Caudal de salida
0	3,33	6,67	36,00	36,00	36,00									0,19	36,00
100	103,33	106,67	36,10	36,13	36,17	35,99	10886829	0,19	35,99	10886829,76	0,19	35,99	10886831,06	0,19	35,99
200	203,33	206,67	40,20	40,50	40,80	36,18	10887442	0,19	36,19	10887498,74	0,19	36,21	10887562,44	0,19	36,23
300	303,33	306,67	54,40	55,13	55,87	37,46	10891638	0,20	37,54	10891891,99	0,20	37,62	10892165,32	0,20	37,70
400	403,33	406,67	82,90	84,13	85,37	41,82	10904506	0,21	42,04	10905143,14	0,21	42,27	10905811,58	0,21	42,50
500	503,33	506,67	128,40	130,23	132,07	51,19	10931737	0,24	51,60	10932951,24	0,24	52,04	10934210,94	0,25	52,47
600	603,33	606,67	193,70	196,30	198,90	67,55	10979334	0,30	68,24	10981330,39	0,30	68,94	10983386,51	0,30	69,65
700	703,33	706,67	282,40	285,80	289,20	97,07	11052806	0,38	98,26	11055736,08	0,38	99,48	11058735,68	0,38	100,71
800	803,33	806,67	394,80	398,90	403,00	143,43	11156161	0,49	145,26	11160122,42	0,49	147,12	11164153,56	0,50	148,99
900	903,33	906,67	523,90	528,33	532,77	211,96	11289372	0,63	214,67	11294256,01	0,64	217,41	11299193,07	0,65	220,16
1000	1003,33	1006,67	658,20	662,63	667,07	302,82	11446263	0,80	306,29	11451781,31	0,81	309,81	11457326,02	0,82	313,33
1100	1103,33	1106,67	786,90	790,97	795,03	413,40	11616103	0,99	417,25	11621845,07	1,00	421,11	11627589,43	1,00	425,01
1200	1203,33	1206,67	901,00	904,47	907,93	535,34	11766782	1,17	539,45	11771636,01	1,18	543,55	11776469,93	1,19	547,65
1300	1303,33	1306,67	996,20	999,03	1001,87	659,27	11906709	1,35	663,34	11911145,36	1,35	667,38	11915545,12	1,36	671,42
1400	1403,33	1406,67	1070,40	1072,47	1074,53	776,33	12031298	1,50	780,03	12035146,41	1,51	783,77	12038948,68	1,51	787,50
1500	1503,33	1506,67	1121,30	1122,57	1123,83	880,25	12136260	1,63	883,44	12139401,21	1,63	886,58	12142491,86	1,64	889,71
1600	1603,33	1606,67	1150,50	1151,13	1151,77	965,55	12219502	1,73	968,07	12221910,77	1,74	970,53	12224269,45	1,74	972,99
1700	1703,33	1706,67	1160,10	1160,07	1160,03	1030,11	12281061	1,81	1031,94	12282762,71	1,81	1033,72	12284416,49	1,81	1035,49
1800	1803,33	1806,67	1150,10	1149,40	1148,70	1073,91	12321784	1,86	1075,00	12322804,08	1,86	1076,05	12323778,22	1,86	1077,09
1900	1903,33	1906,67	1119,70	1118,33	1116,97	1096,09	12342407	1,88	1096,47	12342766,47	1,88	1096,81	12343081,06	1,88	1097,14
2000	2003,33	2006,67	1071,80	1069,97	1068,13	1097,46	12343682	1,88	1097,18	12343418,60	1,88	1096,85	12343115,06	1,88	1096,51
2100	2103,33	2106,67	1012,30	1010,20	1008,10	1080,00	12327445	1,86	1079,14	12326645,34	1,86	1078,24	12325812,18	1,86	1077,34
2200	2203,33	2206,67	946,30	944,03	941,77	1046,99	12296752	1,83	1045,66	12295524,29	1,82	1044,32	12294271,16	1,82	1042,96
2300	2303,33	2306,67	876,10	873,70	871,30	1002,37	12254709	1,77	1000,74	12253144,73	1,77	999,08	12251560,86	1,77	997,42
2400	2403,33	2406,67	804,10	801,70	799,30	949,10	12203780	1,71	947,20	12201964,00	1,71	945,29	12200133,95	1,70	943,37

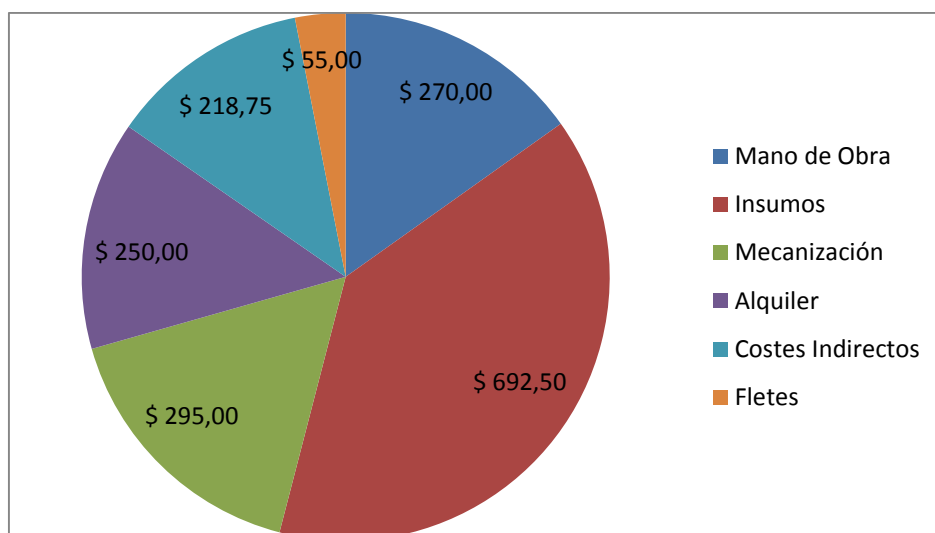
Autora:



2500	2503,33	2506,67	732,70	730,33	727,97	890,56	12146410	1,64	888,53	12144413,86	1,63	886,49	12142407,71	1,63	884,45
2600	2603,33	2606,67	662,90	660,63	658,37	828,76	12084647	1,56	826,67	12082531,36	1,56	824,59	12080408,98	1,56	822,49
2700	2703,33	2706,67	595,70	593,53	591,37	765,60	12020035	1,48	763,52	12017849,76	1,48	761,44	12015660,40	1,47	759,35
2800	2803,33	2806,67	531,50	529,40	527,30	702,59	11953859	1,40	700,55	11951642,24	1,39	698,51	11949422,43	1,39	696,47
2900	2903,33	2906,67	471,00	469,07	467,13	641,21	11887061	1,31	639,17	11884836,26	1,31	637,13	11882613,56	1,31	635,09
3000	3003,33	3006,67	415,50	413,73	411,97	582,07	11820706	1,23	580,13	11818512,37	1,23	578,20	11816321,67	1,23	576,26
3200	3203,33	3206,67	319,70	318,30	316,90	473,40	11692865	1,07	471,73	11690810,51	1,07	470,07	11688760,95	1,07	468,41
3400	3403,33	3406,67	245,10	244,03	242,97	380,66	11567329	0,93	379,24	11565216,02	0,93	377,83	11563113,24	0,92	376,42
3600	3603,33	3606,67	190,20	189,43	188,67	304,83	11449486	0,80	303,68	11447676,17	0,80	302,59	11445876,53	0,80	301,52
3800	3803,33	3806,67	149,50	148,90	148,30	245,21	11349274	0,69	244,36	11347746,40	0,69	243,52	11346225,85	0,69	242,68
4000	4003,33	4006,67	118,70	118,27	117,83	198,36	11264879	0,60	197,65	11263596,35	0,60	196,95	11262321,04	0,60	196,30
4200	4203,33	4206,67	95,40	95,07	94,73	162,01	11193892	0,52	161,46	11192810,09	0,52	160,91	11191734,64	0,52	160,36
4400	4403,33	4406,67	77,80	77,53	77,27	133,40	11134438	0,46	132,98	11133529,56	0,46	132,56	11132625,58	0,46	132,14
4600	4603,33	4606,67	64,50	64,30	64,10	110,35	11084527	0,41	110,00	11083774,01	0,41	109,66	11083024,92	0,40	109,31
4800	4803,33	4806,67	54,50	54,37	54,23	93,04	11042899	0,36	92,78	11042263,72	0,36	92,52	11041630,60	0,36	92,26
5000	5003,33	5006,67	47,20	47,10	47,00	78,85	11008054	0,32	78,64	11007528,22	0,32	78,42	11007006,02	0,32	78,21
5200	5203,33	5206,67	41,40	41,33	41,27	67,59	10979439	0,29	67,44	10979003,68	0,29	67,29	10978569,91	0,29	67,14
5400	5403,33	5406,67	36,80	36,73	36,67	59,24	10955156	0,27	59,11	10954781,18	0,27	58,98	10954408,38	0,27	58,85
5600	5603,33	5606,67	35,50	35,50	35,50	52,38	10935222	0,25	52,29	10934938,56	0,24	52,19	10934657,26	0,24	52,09
5800	5803,33	5806,67	35,00	34,97	34,93	47,34	10920555	0,23	47,27	10920347,12	0,23	47,20	10920140,83	0,23	47,13
6000	6003,33	6006,67	34,40	34,40	34,40	43,62	10909717	0,22	43,56	10909561,20	0,22	43,51	10909407,01	0,22	43,46
6200	6203,33	6206,67	33,90	33,87	33,83	40,82	10901588	0,21	40,78	10901471,23	0,21	40,74	10901355,36	0,21	40,70
6400	6403,33	6406,67	33,30	33,30	33,30	38,69	10895398	0,20	38,66	10895309,07	0,20	38,63	10895219,27	0,20	38,60
6600	6603,33	6606,67	32,80	32,80	32,80	37,13	10890549	0,20	37,10	10890475,83	0,20	37,08	10890403,23	0,20	37,06
6770	6773,33	6776,67	32,40	32,37	32,33	36,08	10887110	0,19	36,06	10887047,69	0,19	36,04	10886985,99	0,19	36,02

Anexo 3. Costo desglosado de los productos.

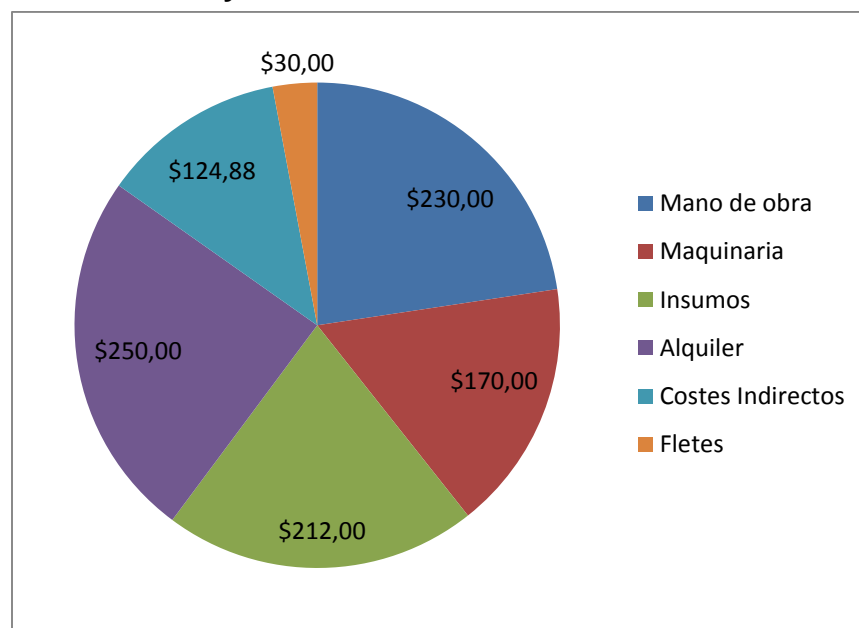
Costos del cultivo de arroz sembrado al voleo semi-mecanizado



Fuente: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013

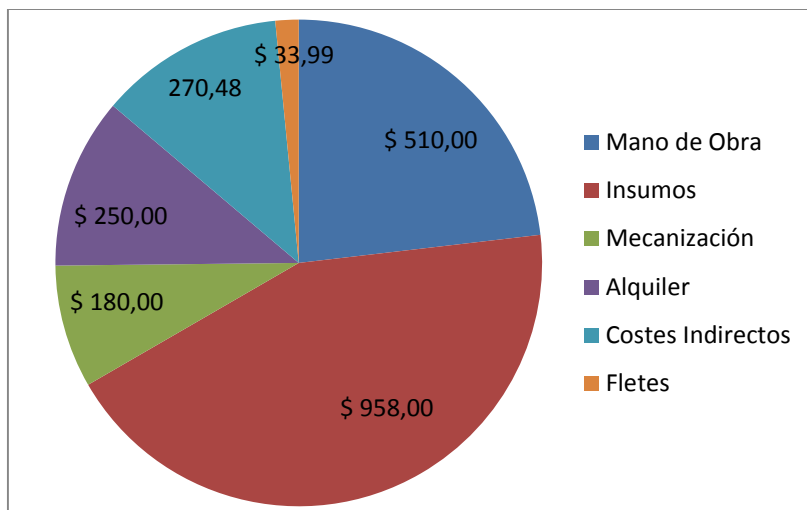
Costos del cultivo de soya



Fuente: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013

Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013

Costos del cultivo de cacao CCN-51




Fuente: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013
Elaboración: PROMAS-UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013




Vertedero Longitud 16

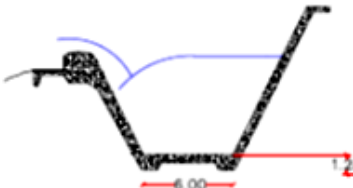
Vista en Planta



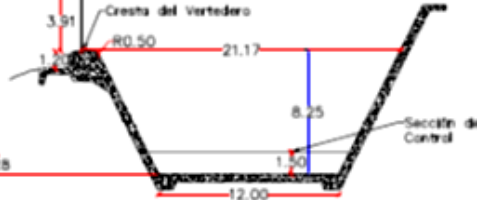
Corte Lateral



Vista Posterior



Vista Frontal



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

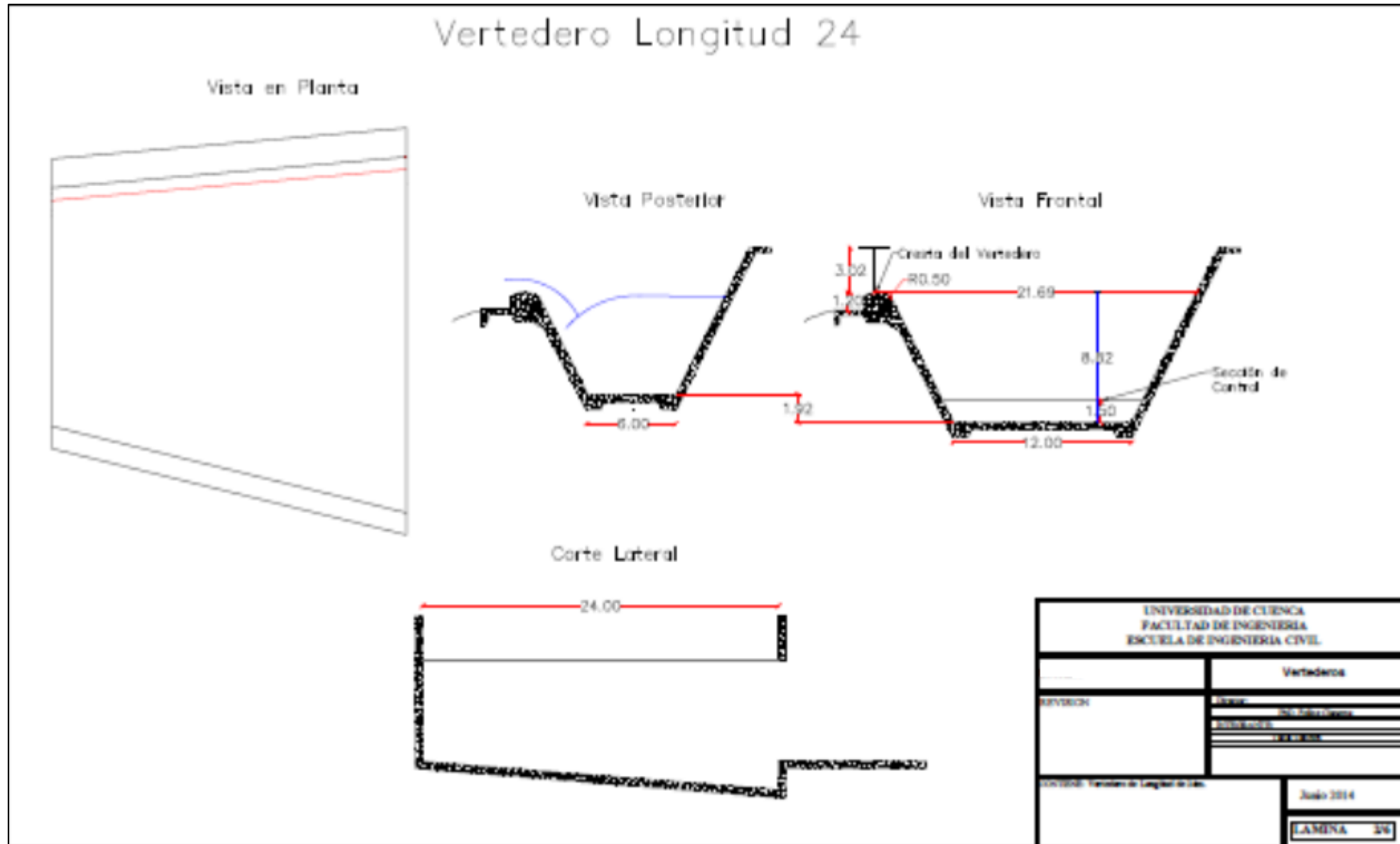
Vertederos

Revisión

Elaborado: MSc. Ing. Carlos
Revisado: MSc. Ing. Carlos
Aprobado: MSc. Ing. Carlos

Fecha: Junio 2014

LAMINA 1.0



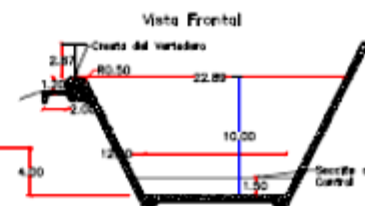
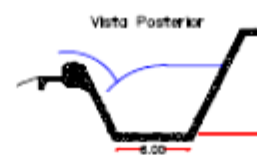
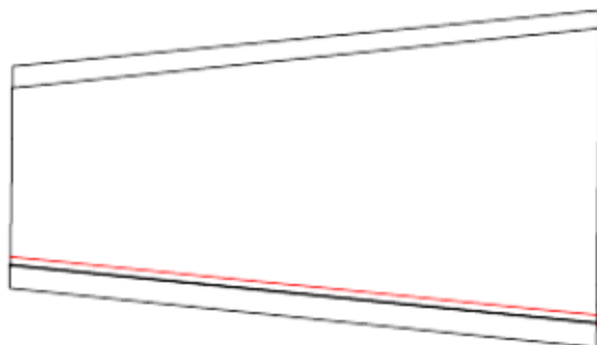
Autora:



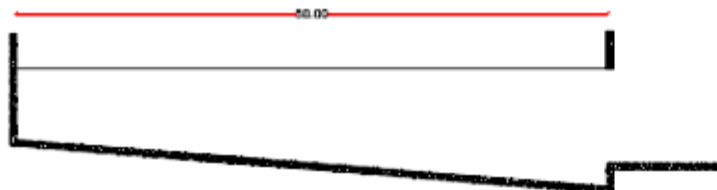
UNIVERSIDAD DE CUFENCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
REPETICION	Verdaderos <hr/> FECHA: _____ ELABORADO POR: _____ REVISADO POR: _____ APROBADO POR: _____
CONTENIDO: Verdadero de Lengua de Fm.	Julio 2014 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> LAMINA 304 </div>

Vertedero Longitud 50

Vista en Planta



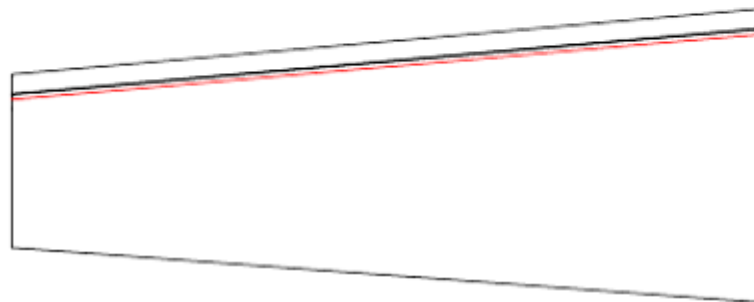
Corte Lateral



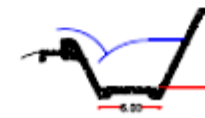
UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
REVISION	Vertederos
	Diseño: 2014 Tania Cabrera
	Elaboración: Tania Cabrera
Título: Vertedero de Longitud de 50m	
Junio 2014	
LAMINA 4/6	

Vertedero Longitud 75

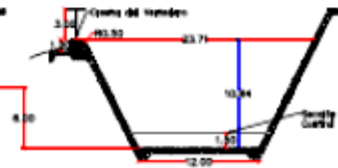
Vista en Planta



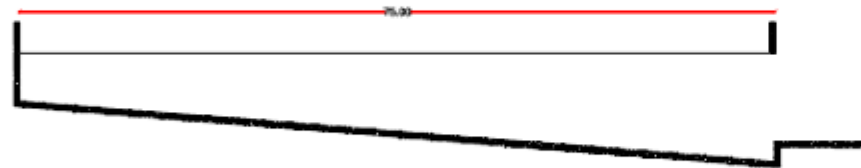
Vista Posterior



Vista Frontal



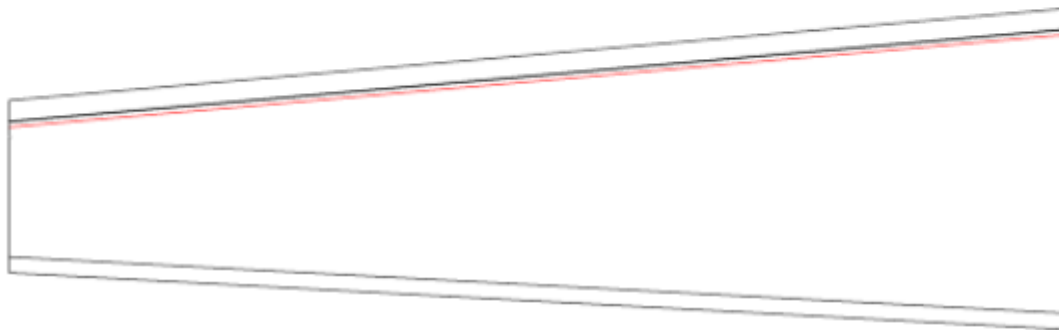
Corte Lateral



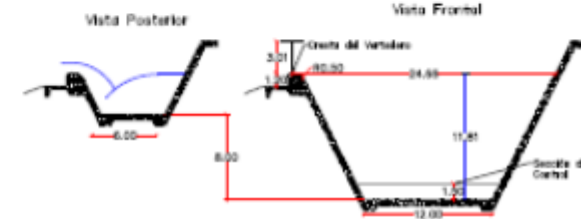
UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Vertederos	
REVISION	Autor: Diseñador: Revisor: Aprobado: Fecha: Junio 2014
Proyecto: Vertedero de Longitud de 75m LAMINA 5/6	

Vertedero Longitud 100

Vista en Planta

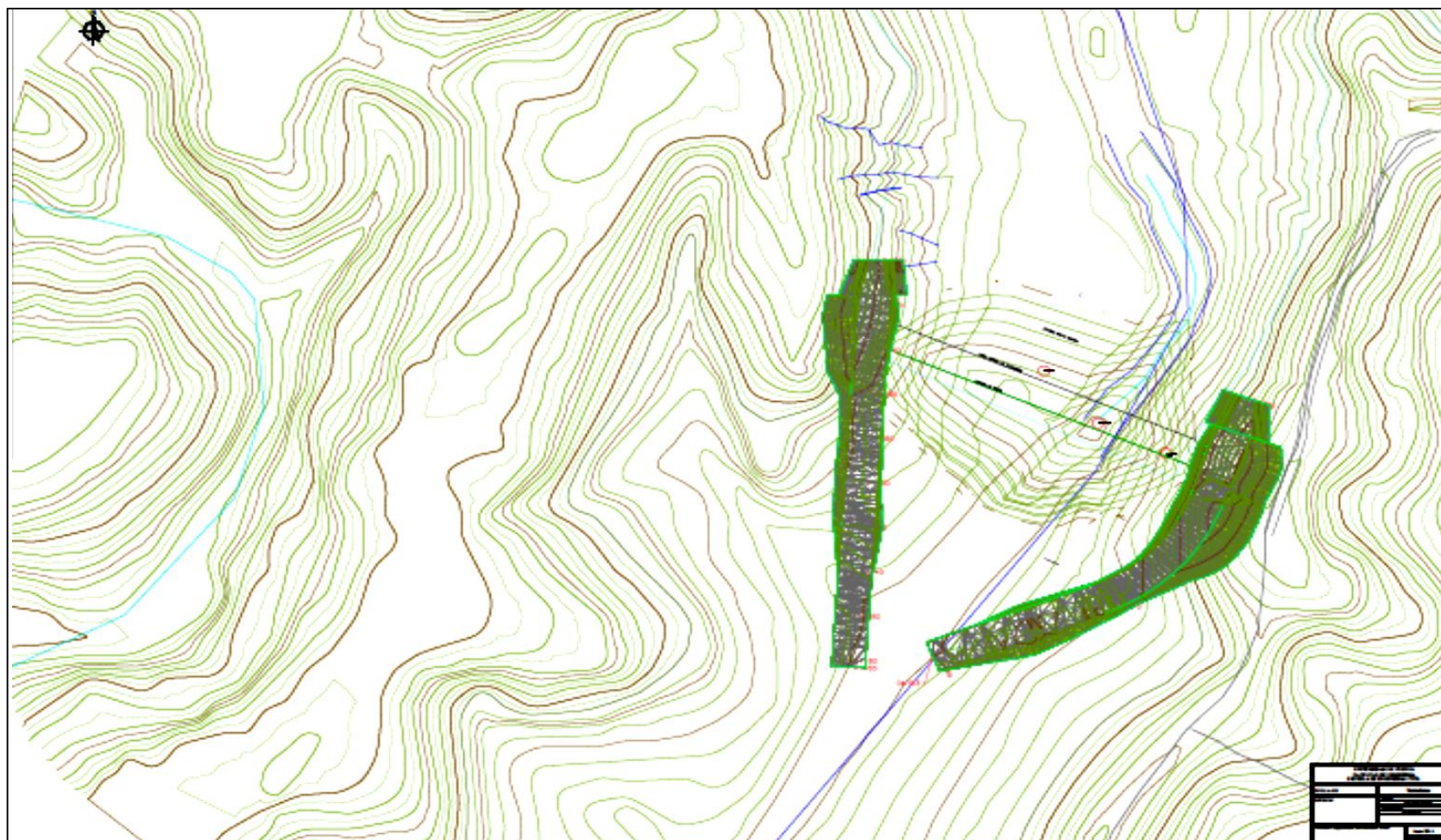


Corte Lateral



UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
Vertederos	
REVISION	Revisión: 001 Tania Cabrera
	Elaboración: Tania Cabrera
	Fecha: 2014
Título: Vertedero de Longitud de 100m.	
Junio 2014	
LAMINA 6/6	

Anexo 5. Ejemplo de Emplazamiento de Vertederos



Anexo 6. Tablas de presupuesto para cada longitud de Vertedero

Vertedero de longitud de 48m				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Replanteo y nivelación lineal	km	0,26	41,59	10,73
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	m3	45358,00	11,85	537492,30
Relleno de grava	m3	18143,20	28,30	513452,56
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	m3	1144,00	383,41	438621,04
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	114400,00	2,89	330616,00
Encofrado Curvo, y desencofrado	m2	562,80	40,67	22889,08
Encofrado Recto, y desencofrado	m2	1876,00	54,42	102091,92
Acarreo de materiales	m3-km	374203,50	0,28	104776,98

Vertedero de longitud de 72m				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Replanteo y nivelación lineal	km	0,30	41,59	12,44
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	m3	55663,00	11,85	659606,55
Relleno de grava	m3	22265,20	28,30	630105,16
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	m3	1268,00	383,41	486163,88
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	126800,00	2,89	366452,00
Encofrado Curvo, y desencofrado	m2	749,70	40,67	30490,30
Encofrado Recto, y desencofrado	m2	2499,00	54,42	135995,58
Acarreo de materiales	m3-km	459219,75	0,28	128581,53

Vertedero de longitud de 100m				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Replanteo y nivelación lineal	km	0,32	41,59	13,10
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	m3	68413,00	11,85	810694,05
Relleno de grava	m3	27365,20	28,30	774435,16
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	m3	1301,00	383,41	498816,41
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	130100,00	2,89	375989,00
Encofrado Curvo, y desencofrado	m2	782,10	40,67	31808,01
Encofrado Recto, y desencofrado	m2	2607,00	54,42	141872,94
Acarreo de materiales	m3-km	564407,25	0,28	158034,03

Vertedero de longitud de 150m				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Replanteo y nivelación lineal	km	0,33	41,59	13,60
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	m3	79468,00	11,85	941695,80
Relleno de grava	m3	31787,20	28,30	899577,76
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	m3	1183,00	383,41	453574,03
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	118300,00	2,89	341887,00
Encofrado Curvo, y desencofrado	m2	963,90	40,67	39201,81
Encofrado Recto, y desencofrado	m2	3213,00	54,42	174851,46
Acarreo de materiales	m3-km	655611,00	0,28	183571,08

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Replanteo y nivelación lineal	km	0,35	41,59	14,51
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	m3	87821,00	11,85	1040678,85
Relleno de grava	m3	35128,40	28,30	994133,72
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	m3	1167,00	383,41	447439,47
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	116700,00	2,89	337263,00
Encofrado Curvo, y desencofrado	m2	937,20	40,67	38115,92
Encofrado Recto, y desencofrado	m2	3124,00	54,42	170008,08
Acarreo de materiales	m3-km	724523,25	0,28	202866,51

Anexo 7. Determinación del Costo de presa

Los siguientes rubros son los que pueden modificarse si se cambia la altura de la Presa.

Longitud de Cierre=143.4

Long. Vert	Cota Corona	Altura de Presa	Talud Aguas Arriba	Talud Aguas Abajo	Base Inferior de la Presa	Sección Transversal	Volumen de Presa	Costo de Material del Cuerpo de Presa
32	41,16	24,16	72,48	60,4	141,52	1813,9328	260117,9635	4341368,81
48	40,38	23,38	70,14	58,45	137,23	1705,2203	244528,591	4081182,18
72	39,67	22,67	68,01	56,675	133,325	1609,17328	230755,4476	3851308,42
100	39,11	22,11	66,33	55,275	130,245	1535,37368	220172,585	3674680,44
150	38,26	21,26	63,78	53,15	125,57	1426,6523	204581,9398	3414472,58
200	37,91	20,91	62,73	52,275	123,645	1383,03968	198327,8894	3310092,47

Espesor de losa de la pared=0.5

Longitud de la Pared	Pared Talud Aguas Arriba	Costo de Hormigón
76,40	5477,92505	3143835,96
73,93	5301,07151	3042337,95
71,69	5140,08944	2949948,73
69,92	5013,11767	2877078,36
67,23	4820,39265	2766471,55
66,12	4741,0353	2720927,57

Longitud de la Pared	Sección a ser cubierta	Costo del Césped
65,0527909	6250,14204	42500,9659
62,9525766	6048,35765	41128,832
61,0408431	5864,68212	39879,8384
59,5329969	5719,81128	38894,7167
57,2443019	5499,91804	37399,4427
56,3018981	5409,37376	36783,7416

Como la cota de cresta del vertedero está ubicada a los 38 msnm se considera la estructura adicional solo para las presas que sobre pasen este nivel.

Anexo 8. Porcentaje de incidencia de los rubros en el costo total del vertedero

Longitud de Vertedero	32	48	72	100	150	200
Replanteo y nivelación lineal	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
Excavación sin clasificar (inc. desalojo)	25,7660	26,2198	27,0618	29,0398	31,0343	32,2140
Relleno de grava	24,6136	25,0471	25,8514	27,7410	29,6463	30,7732
Hormigón simple $f'c=350$ Kg/cm ² (Incluye encofrado)	21,6589	21,3967	19,9459	17,8681	14,9479	13,8504
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	16,3257	16,1280	15,0345	13,4683	11,2671	10,4399
Encofrado Curvo, y desencofrado	1,2110	1,1166	1,2509	1,1394	1,2919	1,1799
Encofrado Recto, y desencofrado	5,4016	4,9802	5,5795	5,0820	5,7624	5,2626
Acarreo de materiales	5,0227	5,1112	5,2753	5,6609	6,0497	6,2797